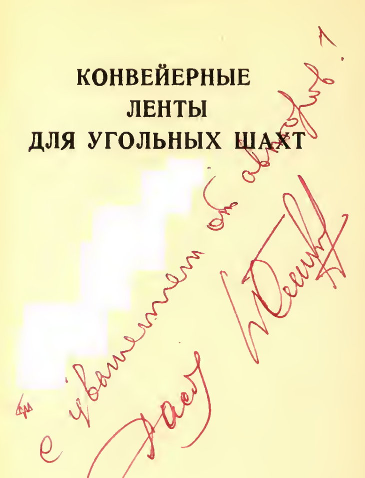


КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛЕНТЫ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

ЛИСИЧАНСКИЙ ЗАВОД РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛЕНТЫ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДОНБАС»
ДОНЕЦК — 1975

6П1.4
Р24

Растигайлов И. Н. и др.

Р24 Конвейерные ленты для угольных шахт. Донецк, «Донбас», 1975.

71 с. с ил. (Лисичанский завод резиновых техн. изделий). Библиогр.: с. 71 (15 назв.).

В вып. дан. авт.: Растигайлов И. Н., Смирнов Б. А., Скворцов А. М.

В кинге обобщен опыт работы по созданию отечественных огнестойкнх конвейерных леит на основе полнвнннлхлоридв и нх эксплуатвцнн.

Предназначена для инженерно-техннческнх работннков, занятых в облвстн производства и эксплуатацнн конвейерных лент на предпрнятнях резиновой н угольной промышленности, может быть нспользована спецналнстами смежных отраслей народного хозяйства, в твкже работннквмн нсследовательскнх н проектных органнзвцнй.

31411 6П1.4

ВВЕДЕНИЕ

Конвейерные ленты широко применяются в самых различных отраслях народного хозяйства и особенно в угольной промышленности. Так, на 1.1.1973 г. уровень конвейеризации горизонтальных выработок угольных шахт страны составил 15,6%, наклонных выработок — 42,5%, а общая протяженность конвейерных лент, эксплуатирующихся в подземных условиях, превысила 4,4 млн. м. К концу девятой пятилетки уровень конвейеризации по основным горизонтальным выработкам возрастет до 25%, а по наклонным — до 50%.

В каждой отрасли промышленности имеются специфические условия эксплуатации конвейерных лент, которые должны учитываться при проектировании, расчете и выборе лент. В угольных шахтах ленточные конвейеры, как правило, работают во взрывоопасной среде. Одним из главных требований к конвейерным лентам является их пожаробезопасность.

В последние годы заводами резинотехнических изделий освоен выпуск огнестойких конвейерных лент с обкладками и прослойками из трудносгораемых резин на основе наирита и поливинилхлорида. Это позволило решить проблему пожаробезопасности конвейерных установок, работающих в шахтах.

Более высокие качества с точки зрения пожаробезопасности имеют конвейерные ленты на основе поливинилхлорида (ПВХ). Выпуск их впервые освоен в СССР в 1968 г. Лисичанским заводом резинотехнических изделий. В настоящее время на шахтах Украины свыше 20% общего объема конвейерных лент составляют огнестойкие ленты на основе ПВХ.

Большое внимание применению конвейерных лент на основе ПВХ уделяется также за рубежом. Производство их освоено в Польше, Чехословакии, Англии, ФРГ, Япо-

нии и в других странах, причем удельный вес этих лент в общем объеме производства составляет до 30% и более.

При создании конвейерных лент на основе ПВХ придавалось значение не только обеспечению их огнестойкости, но и улучшению эксплуатационных качеств, так как ленты являются одним из дорогостоящих элементов конвейеров.

Технология изготовления огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ существенно отличается от технологии производства резинотканевых лент как в отношении применяемого сырья и материалов, так и способов изготовления.

Глава I. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕНТ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Согласно требованиям, предъявляемым угольной промышленностью, конвейерные ленты должны быть прочными, эластичными, а главное — огнестойкими.

По конструкции конвейерные ленты на основе ПВХ представляют собой многослойный монолитный каркас из нескольких слоев ткани, пропитанной поливинилхлоридной композицией. С обеих сторон каркаса находятся обкладочные слои из поливинилхлоридной композиции. Для предохранения от повреждений борта ленты защищены ленточкой, которая сваривается с каркасом горячим воздухом. Конструкция четырехпрокладочной огнестойкой конвейерной ленты представлена на рис. 1.

Огнестойкие ленты на основе ПВХ выпускаются в соответствии с техническими условиями длиной не ме-

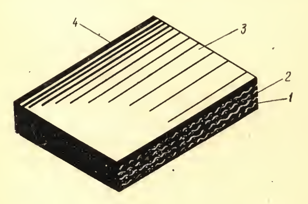


Рис. 1. Конструкция огнестойкой конвейерной ленты на основе ПВХ:
1 — тканевые слои каркаса; 2 — каркасная поливинилхлоридная композиция; 3 — обкладочная поливинилхлоридная композиция; 4 — бортовая ленточка

нее 80 м, шириной 600, 700, 800, 900, 1000 мм с числом прокладок 4—6 и шириной 1200—1800 мм с числом прокладок 4—7 (по требованию потребителя). Толщина обкладок составляет 1,3 (−0,2+0,5) мм. Расчетная толщина одной прокладки в готовой ленте 1,4+0,25 мм. Полная толщина ленты равна суммарной толщине обкладок и каркаса.

Основные физико-механические показатели огнестойких лент ПВХ-120 следующие:

предел прочности при разрыве по основе — не менее 120 кгс/см ширины прокладки;

относительное удлинение по основе — не более 30% при разрыве и 3% при нагрузке, составляющей 10% от номинальной разрывной прочности;

прочность связи между прокладками — не менее 3,5 кгс/см;

истираемость — не более 280 см³/квт-ч.;

огнестойкость по продолжительности горения образца после удаления его из пламени горелки — не более 2,5 сек для образцов с обкладками и 3,5 сек для образцов без обкладок;

огнестойкость при испытании трением на вращающемся барабане — возгорания ленты и очагов тления или свечения не наблюдается;

температура нагрева поверхности барабана при фрикционном трении ленты на нем — не более 240°С;

поверхностное электрическое сопротивление — не более 3×10^8ом.

Отечественные ленты на основе ПВХ находятся на уровне лучших зарубежных образцов конвейерных лент аналогичного типа, а по показателям огнестойкости и морозостойкости превосходят их. Так, у лент на основе ПВХ английского производства продолжительность горения одного образца с обкладкой допускается до 3 сек, без обкладок — до 5 сек, а температура нагрева поверхности барабана при фрикционном трении допускается до 300°С. Аналогичная температура нагрева поверхности барабана при фрикционном трении также допускается для лент производства ЧССР и ПНР, а продолжительность горения одного образца как с обкладкой, так и без нее — до 15 сек.

Огнестойкие конвейерные ленты ПВХ-120 можно использовать при транспортировании угля в диапазоне

температур от —20° до +50°С. Серийно выпускаются конвейерные ленты с гладкой поверхностью, позволяющие транспортировать рядовой уголь по выработкам с углом наклона до 18 град. По заказам предприятий изготавливаются конвейерные ленты с рифленой рабочей поверхностью, позволяющие транспортировать рядовой уголь по выработкам с углом наклона до 24 град.

Глава II. СЫРЬЕ И МАТЕРИАЛЫ

При изготовлении конвейерных лент на основе ПВХ для каркаса применяются текстильные материалы, для пропитки и обкладки ткани — поливинилхлоридные пасты (пластизоли).

Текстильные материалы

В качестве тягового каркаса огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ как в зарубежной промышленности, так и в отечественной в основном используются ткани из комбинированных нитей, состоящих из полиамидных волокон (капрон, анид, найлон), полиэфирных (лавсан, терилен), искусственных (вискоза) и натуральных (хлопок).

Ткани для каркаса лент должны обладать высокой прочностью, малым относительным удлинением по основе при рабочих нагрузках, достаточной каркасностью в поперечном направлении (для придания ленте необходимой жесткости), выносливостью при многократном изгибе и растяжении, стойкостью к ударным нагрузкам и действию низких температур, малой гигроскопичностью, высокой адгезией к поливинилхлоридным композициям.

Указанные требования для лент на основе ПВХ невозможно обеспечить применением только одного вида волокна. Например, хлопок не может удовлетворить повышенным требованиям по стойкости к ударным нагрузкам, к многократному изгибу и растяжению, в то же время хлопок обеспечивает высокую прочность связи ткани с поливинилхлоридной композицией.

Полиамидные и полиэфирные волокна обладают высокой прочностью, стойкостью к ударным нагрузкам, малой гигроскопичностью, но не могут обеспечить достаточ-

ную прочность связи между тканью и поливинилхлоридной композицией.

Положительным свойством полиэфирного волокна в отличие от полиамидного является малое удлинение.

В процессе эксплуатации ленты вытягиваются по основе, в результате чего возникает необходимость в перестыковке их на конвейере. Высокомодульное полиэфирное волокно, использованное в ткани по основе, лишено этого недостатка.

Наибольшей выносливостью при многократном изгибе и растяжении обладают полиамидные и полиэфирные волокна. Вискозные и хлопковые менее выносливы к многократным деформациям. Вискозные волокна, несмотря на ряд положительных свойств, обладают повышенной гигроскопичностью и при насыщении влагой теряют до 40—50% прочности.

Учитывая это, в основном для производства огнестойких конвейерных лент применяются ткани из комбинированных нитей полотняного переплетения.

Каждая нить основы и утка представляет собой комбинацию синтетического (полиамидного, полиэфирного) или искусственного (вискозного) волокна и хлопчатобумажной пряжи.

Для хлопчатобумажной пряжи при кручении нитей дается некоторый «нагон» (3—5%), который обеспечивает покрытие хлопком поверхности синтетических нитей. Это достигается регулировкой натяжения при скручивании синтетических нитей с хлопчатобумажной пряжей. Основную нагрузку при этом несет высокопрочная синтетическая нить, а хлопчатобумажная пряжа, находящаяся на поверхности комбинированной нити, обеспечивает требуемую прочность связи с поливинилхлоридной композицией.

В отечественной промышленности для изготовления огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ ранее использовались ткани БКН-130 и БКН-140. В настоящее время применяется ткань БКНЛ-150. Проведены испытания ткани БКНЛ-100. Кроме того, осваиваются новые типы тканей, обладающих повышенной прочностью.

Структура и физико-механические свойства отечественных и некоторых зарубежных текстильных материалов, предназначенных для производства огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ, приведены в табл. 1.

Поливинилхлорид (ПВХ)

Поливинилхлорид — распространенный вид пластических масс. Объем производства поливинилхлорида на мировом рынке составляет около 25% от общего объема производства пластических масс [1].

Одним из наиболее ценных свойств ПВХ является эластичность, благодаря чему он нашел широкое применение в производстве конвейерных лент, искусственной кожи, пленочных материалов и ряда других изделий. Поливинилхлорид представляет собой термопластический полимерный материал, получаемый полимеризацией винилхлорида. Известны три промышленных способа получения поливинилхлорида: латексный (эмульсионный), суспензионный, блочный.

При латексном (эмульсионном) способе процесс полимеризации винилхлорида протекает в водной среде в присутствии эмульгатора и водорастворимого инициатора полимеризации.

При суспензионном способе полимеризация производится непосредственно в частичках винилхлорида, диспергированных в водной среде в присутствии растворимого в винилхлориде инициатора полимеризации.

При блочном способе полимеризация протекает непосредственно в массе винилхлорида в присутствии инициатора полимеризации.

В отечественной промышленности поливинилхлорид получают в основном суспензионным и латексным (эмульсионным) способами.

Для изготовления огнестойких конвейерных лент в настоящее время применяется пастообразующий поливинилхлорид эмульсионной (латексной) полимеризации марки Волговинил Е-66П. Разработан он научно-исследовательским институтом хлорорганических продуктов и акрилатов совместно с Волгоградским химическим заводом им. Кирова Минместпрома РСФСР и Лисичанским заводом резиновых технических изделий.

Пастообразующий поливинилхлорид марки Волговинил Е-66П, предназначенный для производства огнестойких конвейерных лент, должен обладать определенными физико-механическими свойствами.

Общепринятым показателем степени полимеризации ПВХ является константа Фикентчера-*К*, которая опреде-

Таблица 1. Структура и физико-механические

Тип ткани	Число нитей на 10 см ширины, шт		Структура нитей			
			по основе		по утку	
	по основе	по утку	тип волокна	линейная плотность волокна, текс	тип волокна	линейная плотность волокна, текс
БКНЛ-150	98	36	ПЭ	111	ПЭ	111
			х/б	50	х/б	50
БКНЛ-100	98	46	ПЭ	111	ПЭ	111
			х/б	50	х/б	50
БКН-140	86	40	ПА	93,4	ПА	93,4
			х/б	50	х/б	50
БКН-130	100	42	ПА	93,4	ПА	93,4
			х/б	50	х/б	50
8454	80	42	ПА	93,3	ПА	93,3
			х/б	84,4	х/б	84,4
8459	82	42	ПЭ	111	ПА	93,3
			В	84,4	х/б	84,4
8653	80	44	ПА	93,3	ПА	93,3
			х/б	84,4	х/б	84,4
8954	55/55	35	ПЭ*	111	ПА	93,3
			х/б**	84,4	х/б	84,4
МЛХ-200	60/60	73	ПЭ***	111	ПА	93,4
			х/б****	83,3		
МКХ-300	88/88	60	ПА***	93,4	ПА	93,4
			х/б****	83,3		

Обозначения: ПЭ — полиэфирное волокно; ПА — полиа пряжа.

Примечания: * Первая основа
** Вторая основа
*** Главная основа
**** Перевивочная основа

ляется в соответствии с ГОСТом. Сущность метода заключается в определении времени истечения 0,5 или 1%-ного раствора поливинилхлорида в циклогексаноне и чистого циклогексанона при температуре 25°С на вискозиметре типа Уббелоде.

Относительную вязкость определяют по формуле

$$\eta_{отн} = \frac{t}{t_0},$$

где t — среднее время истечения раствора, сек;

Содержание отдельных видов волокон в ткани, %				Разрывная нагрузка полоски ткани 50х200 мм, кгс		Удлинение ткани, %			Масса 1 м² ткани, г	Толщина ткани, мм
						при разрыве		при 10%-ной нагрузке от разрывной		
ПЭ	ПА	х/б	В	по основе	по утку	по основе	по утку			
57	—	43	—	800	330	26	14	6	930	2,1
53	—	47	—	650	325	22	14	6	700	1,8
—	58	42	—	700	330	28	22	8	690	1,9
—	48	52	—	660	280	30	20	8	650	1,8
—	36	64	—	635	340	27	15	12	720	1,8
30	13	23	34	585	330	26	17	8,5	685	1,5
—	45	55	—	745	305	36	18	14	780	1,8
56	10	34	—	1610	555	—	—	—	1520	2,8
43	33	24	—	1080	510	18	30	—	950	2,5
—	80	20	—	1600	1000	35	30	—	1200	2,8

мидное волокно; В — вискозное волокно; х/б — хлопчатобумажная

t_0 — среднее время истечения циклогексанона, сек.

Константу K вычисляют по формуле Фикентчера

$$K = \frac{10^3\left[(1{,}5\lg\eta_{отн} - 1) + \sqrt{1 + \left(3 + \frac{300}{C} + 2{,}25\lg\eta_{отн}\right)\lg\eta_{отн}}\right]}{150 + 3c},$$

где $\eta_{отн}$ — относительная вязкость;

c — концентрация раствора, г/100 мл.

Содержание сульфатной золы, щелочи, влаги и летучих определяется обычными методами.

Показатель термостабильности ПВХ определяют по ГОСТу. Сущность метода заключается в определении времени начала выделения хлористого водорода из ПВХ при термостатировании пробы ПВХ при температуре 165°С. Наличие хлористого водорода устанавливается по изменению окраски индикаторной бумаги.

Наиболее важной характеристикой поливинилхлорида с точки зрения технологичности в процессе переработки является способность его к пастообразованию и желатинизации. Для определения пастообразующих свойств поливинилхлорида существует ряд методик, согласно которым устанавливают критическую температуру растворения в трикрезилфосфате, начальную вязкость стандартной пасты, отсекание пластификатора, устойчивость паст при хранении, расход пластификатора.

Критической температурой растворения в трикрезилфосфате, характеризующей совместимость ПВХ с фосфатными пластификаторами при рабочих температурах его переработки, является температура, при которой происходит полное растворение 1 г поливинилхлорида в избытке трикрезилфосфата. Критическую температуру растворения определяют в пробирке при постепенном нагревании ее с содержимым на глицериновой бане.

В производстве конвейерных лент поливинилхлорид используется в виде паст. При этом необходимо, чтобы они обладали текучестью, обеспечивающей глубокую пропитку ткани. Для приготовления низковязких паст необходимо применять ПВХ с начальной вязкостью 40—45 пуаз.

Показатель начальной вязкости стандартной пасты определяют на вискозиметре Хепплера ВН-2. Для проведения испытания приготавливают стандартную пасту из 60 в. ч. поливинилхлорида и 40 в. ч. диоктилфталата. Замес производят в лабораторном смесителе в течение часа.

Вискозиметр Хепплера ВН-2 представляет собой полый стеклянный строго калиброванный по диаметру ци-

линдр с нанесенными метками. Приготовленную стандартную пасту вводят в цилиндр, затем опускают в него стальной шарик и выдерживают в течение 2 ч. при температуре 25°С. После термостатирования замеряют время погружения шарика от метки до метки.

Вязкость пасты вычисляют по формуле

$$\eta = t(d_1 - d_2)k,$$

где t — продолжительность погружения шарика, сек;

d_1 — плотность шарика, г/см³ при температуре 25°С;

d_2 — плотность пасты при температуре 25°С;

k — постоянная шара.

Показатель устойчивости паст при хранении определяют так же, как показатель начальной вязкости с той разницей, что замеряют вязкость после 5-суточного хранения приготовленной пасты. Перед испытанием пасту перемешивают в течение 30 мин в лабораторном смесителе для разрушения структурной вязкости. Этот показатель характеризует сохранение удовлетворительных технологических свойств производственных поливинилхлоридных композиций в процессе переработки и продолжительного хранения.

Отсекание пластификатора, характеризующее совместимость ПВХ с пластификаторами, определяют следующим образом. Берут 100 в. ч. поливинилхлорида и 30 в. ч. диоктилфталата, смешивают в фарфоровой чашке в течение 45 мин. Готовую пасту помещают в пробирки и отмечают визуально наличие свободного пластификатора над поверхностью пасты.

Расход пластификатора определяют, исходя из минимального количества дибутилфталата, необходимого для образования текучей пасты. Для этого 10 г поливинилхлорида смешивают с небольшим количеством дибутилфталата, а затем добавляют дибутилфталат из бюретки небольшими порциями — по 0,1—0,2 мл — при постоянном перемешивании пасты пестиком в фарфоровой чашке. Количество дибутилфталата, затраченное на образование пасты и пересчитанное на 100 в. ч. ПВХ, принимается за результат анализа.

Физико-химические свойства поливинилхлорида марки Волговинил Е-66П, регламентируемые техническими условиями, должны быть следующими:

цвет порошка — белый;

константа Фикентчера — 66—70;

содержание влаги и летучих — не более 0,35%;

содержание сульфатной золы — не более 1,2%;

термостабильность при температуре 165°C — не менее 25—50 мин;

критическая температура растворения в трикрезилфосфате — не более 80°C;

начальная вязкость стандартной пасты при температуре 25°C — не более 45 пуаз;

устойчивость паст при хранении в течение пяти суток — не более 80 пуаз;

отсекание пластификатора в течение трех суток должно отсутствовать;

расход пластификатора на 100 в. ч. поливинилхлорида — 40—45 в. ч.;

остаток на сите из ткани № 32 — не более 0,1%;

плотность — 1,4 г/см³.

Существуют различные методы переработки поливинилхлорида. Одним из широко распространенных является переработка ПВХ с применением паст (дисперсий поливинилхлорида в пластификаторах).

Пасты обычно делят на две группы: пластизоли и органозоли [2]. Органозоли — это устойчивые дисперсии полимера в смеси пластификатора и легко летучего органического вещества (разбавитель), пластизоли — дисперсии полимера в пластификаторе.

Вследствие пожаро- и взрывоопасности разбавителей, применяемых при получении органозолей, последние находят ограниченное применение. Пластизоли же широко применяются в промышленности.

Дисперсионной средой в пластизолях являются пластификаторы, которые не должны растворять частицы полимера, а оказывать на них сольватирующее действие и вызывать набухание частиц. Значительное набухание наблюдается при нагревании, когда вязкость сначала снижается, а затем резко увеличивается. При этом значительно снижается текучесть. Происходит так называемый процесс желатинизации. При дальнейшем нагревании процесс желатинизации продолжается, в результате

которого охлажденный до комнатной температуры пластизоль становится твердым или эластичным. С повышением температуры желатинизации до определенного предела физико-механические свойства пластизоля улучшаются. Предельная температура желатинизации, при которой достигаются оптимальные физико-механические свойства поливинилхлоридных композиций, составляет 160—170°С.

Одним из ценных свойств поливинилхлорида и композиций на его основе является переход при нагревании в вязкотекучее, пластичное состояние, а при охлаждении— в первоначальное. Именно это свойство поливинилхлоридных композиций используется при изготовлении огнестойких конвейерных лент (прессование, приварка бортовой ленточки горячим воздухом, ремонт).

Существенное влияние на технологические свойства поливинилхлорида в процессе изготовления паст (пластизолей) и дальнейшей переработки оказывает форма частиц поливинилхлорида, характер их поверхности, размер, степень полимеризации и другие факторы. Наилучшие пастообразующие свойства имеет полинивинилхлорид с константой Фикентчера не менее 70, с частицами сферической формы, не содержащий очень мелких частиц [3]. Мелкие частицы увеличивают растворимость ПВХ в пластификаторах, что приводит к быстрому повышению вязкости поливинилхлоридных композиций (пластизолей). Размер частиц эмульсионного ПВХ зависит от исходного размера частиц латекса, из которого получают поливинилхлорид, и от условий его полимеризации и сушки.

Для большинства марок пастообразующего ПВХ константа Фикентчера составляет 65—70, средний размер частиц пастообразующих марок ПВХ — 1,5—2 мк, широкий диапазон распределения частиц по размерам от 0,2 до 10—12 мк. Частицы полимера, содержащиеся в пасте, могут находиться как в виде сферических или грушевидных элементарных образований, так и в виде агломератов [3].

Поверхность частиц поливинилхлорида в зависимости от температурного режима сушки латекса может быть сильно оплавленной и иметь вид стеклообразной оболочки, умеренно, слабо оплавленной (шероховатой).

В случае стеклообразной поверхности частиц пластификатор труднее проникает в глубь частицы, чем в случае шероховатой поверхности. Поэтому в первом случае частицы ПВХ будут слабо набухать в пластификаторе и может происходить его отсекание, во втором случае частицы сильно набухают, и образуется паста высокой вязкости.

Оптимальный вариант устойчивых низковязких паст получается при умеренном оплавлении поверхности частиц поливинилхлорида.

В отечественной практике при производстве конвейерных лент как в каркасе, так и в обкладке используются только пастообразующие марки поливинилхлорида. В зарубежной промышленности наряду с пастообразующим поливинилхлоридом иногда используется суспензионный или блочный поливинилхлорид. При этом пастообразующие марки ПВХ применяются при изготовлении каркасной пасты для пропитки ткани, а суспензионный или блочный поливинилхлорид используется в производстве каландрованных листов для обкладочного слоя лент.

Сополимеры винилхлорида с винилацетатом

Бортовая ленточка приваривается к торцу конвейерной ленты горячим воздухом при температуре 450°С.

Наличие эмульсионного и суспензионного ПВХ в составе материала бортовой ленточки дает недостаточно высокую прочность связи. Повышенная адгезия между бортовой ленточкой и каркасом достигается присутствием в составе материала ленточки сополимеров винилхлорида с винилацетатом.

Сополимеры винилхлорида с винилацетатом получают путем суспензионной сополимерации указанных продуктов с последующей их сушкой. В результате получается высокодисперсный порошок. Константа Фикентчера, характеризующая степень полимеризации сополимера, для большинства марок сополимеров винилхлорида с винилацетатом составляет 66—75. Плотность — 1,4 г/см^3, насыпная масса — 0,4—0,6 г/см^3, содержание связанного винилацетата — от 2 до 5%.

В производстве огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ для изготовления бортовой ленточки могут применяться следующие марки сополимеров винилхло-

рида с винилацетатом: ВА-3, А-15-0, ВА-15, смола вайбак ДВУ-14, сикрон 945, корвик 65/81 и др.

Необходимо отметить, что наряду с сополимерами винилхлорида с винилацетатом в составе материала бортовой ленточки может быть суспензионный поливинилхлорид С-70, который не уступает перечисленным сополимерам по прочности связи бортовой ленточки с торцом ленты.

Пластификаторы

С целью получения материала, обладающего рядом ценных свойств, в состав поливинилхлоридной композиции вводят специальные низкомолекулярные вещества — пластификаторы. Введение их значительно облегчает условия переработки композиций и дает возможность получить материал, обладающий гибкостью, эластичностью, морозостойкостью и т. д.

Как правило, пластификаторы в поливинилхлоридных композициях не вступают в химические взаимодействия с ПВХ и сохраняются в материале в течение всего периода существования изделия, придавая ему те или иные эксплуатационные свойства. При этом пластифицирующие действия пластификаторов проявляются не только при обычной, но и при пониженной температуре.

При разработке рецептуры поливинилхлоридных композиций, применяемых в производстве огнестойких конвейерных лент, необходимо учитывать специфические особенности пластификаторов и их воздействие на физические свойства ПВХ:

совместимость с поливинилхлоридом;

малая летучесть при температурной переработке;

устойчивость против термической деструкции;

устойчивость против миграции на поверхности изделия (выпотевание) как при переработке, так и при эксплуатации;

морозостойкость;

нетоксичность.

По совместимости с поливинилхлоридом пластификаторы подразделяются на первичные, вторичные и пластификаторы-разбавители.

Первичные — это те, которые хорошо совмещаются с

поливинилхлоридом, способны вызывать сильное набухание его, а также частичное растворение.

Вторичные пластификаторы не растворяют поливинилхлорид, а вызывают только ограниченное набухание его. Но они способны придавать изделию ценные специфические свойства, в частности морозостойкость.

Пластификаторы-разбавители не растворяют и не вызывают набухания поливинилхлорида, но в сочетании с первичными пластификаторами, придают изделию необходимые свойства. Кроме этого, их используют с целью снижения себестоимости изделия.

Практически в рецептуре поливинилхлоридных композиций для огнестойких конвейерных лент, так же как и для других изделий, большей частью используются различные сочетания этих трех пластификаторов.

Краткая характеристика пластификаторов, применяемых в производстве [5, 6, 7, 8].

Триксиленилфосфат — первичный пластификатор, придающий поливинилхлоридной композиции повышенную огнестойкость. Представляет собой сложный нейтральный эфир ортофосфорной кислоты и ксиленольной фракции каменноугольной смолы, выкипающей при температуре 212—222°C. Прозрачная маслянистая жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета. Кинематическая вязкость при 55°C не менее 21 сст. Содержание золы не более 0,15%, летучих — 0,1—0,2%. Плотность 1,13—1,14 г/см^3, температура вспышки 225—275°C. Триксиленилфосфат широко применяется при переработке не только поливинилхлорида, но и сополимеров винилхлорида, эфиров целлюлозы, полистирола, полиэфирных смол и других продуктов. Однако самостоятельно его нельзя использовать при изготовлении изделий, применяемых при низких температурах.

Трикрезилфосфат — первичный пластификатор поливинилхлорида. Так же как и триксиленилфосфат, придает композициям повышенную огнестойкость. Представляет собой сложный нейтральный эфир ортофосфорной кислоты и трикрезола. Прозрачная бесцветная или светло-желтая маслянистая жидкость. Содержание золы от 0,1 до 0,12%, свободного трикрезола — 0,08%, летучих— 0,1—0,2%, плотность 1,17 г/см^3, температура вспышки 217—255°C. Так же как и триксиленилфосфат, он не может применяться самостоятельно в изделиях, эксплуати-

рующихся при низких температурах, поэтому используется в сочетании с низкотемпературными пластификаторами. Наличие в трикрезилфосфате небольшого количества ортокрезола делает его токсичным, из-за чего трикрезилфосфат не рекомендуется применять в изделиях, соприкасающихся с пищевыми продуктами.

Ди-2-этилгексилфенилфосфат (ДАФФ) — первичный пластификатор поливинилхлорида, придающий композициям огнестойкость и морозостойкость. Маслянистая жидкость без осадка, растворимая в органических растворителях. Может служить в качестве огнестойкого и морозостойкого пластификатора для сополимеров поливинилхлорида и нитратов целлюлозы. Благодаря нетоксичности используется в изделиях, соприкасающихся с пищей. Плотность 0,96—0,99 г/см³, содержание летучих 0,5%, температура вспышки 180—200°С.

Трибутилфосфат — огнестойкий пластификатор — эфир фосфорной кислоты. Прозрачная бесцветная или светло-желтая маслянистая жидкость. Применяется в качестве пластификатора для нитрата целлюлозы и ацетилцеллюлозы. Для поливинилхлорида и его сополимеров имеет ограниченное применение в связи с большой летучестью. Плотность 0,97—0,98 г/см³, содержание летучих 0,5%, температура вспышки 155°С.

Триэтиленгликольдикаприлат — низкотемпературный антистатический пластификатор, представляющий собой сложный эфир триэтиленгликоля и смеси синтетических жирных кислот (энантовой, каприловой, пеларгоновой, каприновой), полученных путем окисления парафина. Выпускается под различными торговыми наименованиями: пластификатор ТЖК-79, байсофлекс 102А, трикап и др. Прозрачная маслянистая жидкость светло-желтого цвета со слабым специфическим запахом. Кислотное число 0,66 мг КОН/г. Триэтиленгликольдикаприлат хорошо совмещается с поливинилхлоридом. Морозостойкость пластифицированного ПВХ может достигать — 50°С. Плотность 0,96—0,98 г/см³, содержание летучих 0,2—0,3%, температура вспышки 195—225°С.

Диэтиленгликольдикаприлат — низкотемпературный антистатический пластификатор — сложный эфир диэтиленгликоля и смеси синтетических жирных кислот, полученных путем окисления парафина. Растворим в органических растворителях, хорошо совмещается с поли-

винилхлоридом, позволяет получать пластифицированный ПВХ, работоспособный при температуре до —50°С. Кислотное число 0,5 мг KOH/г. Плотность 0,96—0,97 г/см³ содержание летучих 0,3%, температура вспышки 182°С.

Дибутилфталат — морозостойкий пластификатор, представляющий собой сложный эфир нормального бутилового спирта и ортофталевой кислоты. Получается путем взаимодействия нормального бутилового спирта с фталевым ангидридом. Прозрачная маслянистая жидкость со слабым специфическим запахом. Пластифицированный дибутилфталатом поливинилхлорид обладает морозостойкостью до —50°С, в сочетании с фосфатными и другими неморозостойкими пластификаторами — морозостойкостью до —20—25°С. Кислотное число 0,15 мг KOH/г. Плотность 1,045 г/см³, содержание летучих 0,5%, температура вспышки 168°С. Кроме применения в изделиях из поливинилхлорида широко используется как пластификатор в резиновых смесях эфирах целлюлозы и др.

Диоктилфталат (ДИ-2-этилгексилфталат) — низкотемпературный пластификатор — сложный эфир 2-этилгексилового спирта и ортофталевой кислоты. Прозрачная, маслянистая жидкость со слабым специфическим запахом. Хорошо растворяется в органических растворителях, совмещается с поливинилхлоридом, эфирами целлюлозы, полистиролом и др. Пластифицированный диоктилфталатом поливинилхлорид обладает морозостойкостью до —50°С. Плотность 0,982 г/см³, содержание летучих 0,2%, температура вспышки 205°С. Кислотное число 0,10 мг KOH/г.

Диалкилфталат-789 — морозостойкий пластификатор — сложный эфир ортофталевой кислоты и смеси нормальных спиртов, получаемых гидрированием бутиловых эфиров смеси жирных кислот. Прозрачная маслянистая жидкость. Растворяется в органических растворителях. Хорошо совмещается с поливинилхлоридом, повышая его морозостойкость до —55°С. Кислотное число 0,1—0,15 мг KOH/г. Плотность 0,975 г/см³, содержание летучих 0,3—0,5%, температура вспышки 195—200°С.

Дибутилсебацинат (ДБС) — морозостойкий пластификатор — сложный эфир нормального бутилового спирта и себациновой кислоты. Прозрачная маслянистая

жидкость. ДБС растворим в органических растворителях, хорошо совмещается с поливинилхлоридом, его сополимерами и эфирами целлюлозы. Морозостойкость пластифицированного ПВХ до —50—60°С. Кислотное число 0,1—0,15 мг КОН/г. Плотность 0,933 г/см³, содержание летучих 0,2—0,3%, температура вспышки 183°С.

Диоктилсебацинат (ДИ-2-этилгексилсебацинат) — морозостойкий пластификатор — сложный эфир 2-этилгексилового спирта и себациновой кислоты. Прозрачная маслянистая жидкость. Растворяется в органических растворителях, хорошо совмещается с поливинилхлоридом и его сополимерами, обеспечивая морозостойкость до —70°С. Кислотное число 0,15—0,20 мг КОН/г. Плотность 0,913 г/см³, содержание летучих 0,2—0,3%, температура вспышки 215°С.

Хлорпарафин—пластификатор-разбавитель, придающий поливинилхлоридным композициям свойства повышенной огнестойкости. Представляет собой продукт хлорирования твердого парафина с температурой плавления 50—54°С. Отечественной промышленностью выпускается в виде нестабилизированного и стабилизированного эпоксидными смолами ЭД-5, ЭД-6. Прозрачная маслянистая вязкая жидкость с желтоватым оттенком. Смешивается с бензолом, эфиром, хлорированными растворителями, не растворяется в воде и низших спиртах. Применяется только в сочетании с первичными пластификаторами, хорошо совмещающимися с поливинилхлоридом. Придает изделиям повышенную огнестойкость. Вязкость при 25°С —15—30 пуаз. Содержание хлора 42±2%. Плотность 1,14—1,2 г/см³.

В производстве лент ПВХ могут использоваться триксиленилфосфат, трикрезилфосфат, дибутилфталат, триэтиленгликольдикаприлат, хлорпарафин, обладающие высокой технологичностью, обеспечивающие высокие физико-механические показатели готовой продукции и имеющие сравнительно небольшую стоимость. Применение остальных пластификаторов ограничено.

Стабилизаторы

В процессе переработки и эксплуатации изделия из поливинилхлоридных композиций неоднократно подвергаются воздействиям света, воздуха, механическим, тепловым, химическим и т. д. Это приводит композиции к

старению, которое проявляется в виде выделения хлористого водорода, появления жесткости и хрупкости изделия, трещин. Все это связано с химической деструкцией поливинилхлорида. С целью предотвращения нежелательных процессов в поливинилхлоридные композиции вводят специальную группу веществ — стабилизаторов. Вводятся они в ПВХ как в процессе его изготовления, так и переработки.

В качестве стабилизатора при производстве ПВХ служит сода (1—2%). Она обеспечивает стабильность ПВХ во время его сушки и хранения. Однако в процессе переработки поливинилхлорида, когда температура его достигает 170°С, введенного количества стабилизатора оказывается недостаточно, в связи с чем в рецептуру композиций вводится дополнительное количество стабилизатора.

В рецептуре поливинилхлоридных композиций для производства конвейерных лент используются два типа стабилизаторов: тепловые и световые.

Тепловым стабилизатором является карбонат свинца $PbCO_3$, который служит акцептором выделяющего хлористого водорода и препятствует цепной реакции деструкции. Карбонат свинца представляет собой тонкодисперсный (с размерами частиц до 9 мк) порошок белого цвета, состоящий из собственно карбоната свинца и гидроокиси свинца. Содержание реакционноспособного свинца в пересчете на PbO составляет 86%. Плотность карбоната свинца 6,74 г/см³, насыпная масса 1,41 г/см³.

Кроме карбоната свинца в рецептуре композиций может быть использован силикат свинца, фосфаты свинца, стеараты различных металлов (кадмия, кальция, бария и т. д.), оловоорганические соединения, эпоксидные смолы и др. Однако применение их в производстве конвейерных лент ограничено либо технологическими затруднениями, либо недостаточными масштабами их производства.

Световым стабилизатором служит сажа ПМ-75 (ГОСТ 7885-68). Создавая защитный слой, она препятствует проникновению света в массу изделия. Кроме того, сажа служит красителем и повышает электропроводность изделий. Вводится в рецептуру до 3—4 в. ч. на 100 в. ч. поливинилхлорида.

Антистатики

Поливинилхлорид — диэлектрик, в связи с чем он нашел широкое применение для изоляции кабелей и в других изделиях электротехнического назначения.

Как и все диэлектрические материалы, поливинилхлорид при трении создает значительные разряды статического электричества. А поскольку конвейерные ленты эксплуатируются в шахтах опасных по газу и угольной пыли, применение лент с диэлектрическими свойствами недопустимо.В связи с этим одним из основных требований, предъявляемых к огнестойким конвейерным лентам, является электропроводность их поверхности.

Для придания электропроводности в поливинилхлоридные композиции каркасной и обкладочной паст вводят антистатические продукты, которые в основном являются поверхностно-активными веществами. В качестве антистатических продуктов служит стеарокс 6 и негомель АЛ-5.

Стеарокс 6 (ГОСТ 8980—59) представляет собой смесь полиэтиленгликолевых эфиров стеариновой кислоты с добавкой 5—10% продукта ОС-20 или ОП-7. Поверхностно-активное вещество. Внешний вид — сиропообразная или пастообразная масса желтоватого или светло-коричневого цвета. Используется в текстильной промышленности как замасливатель и антистатик.

Негомель АЛ-5 — поверхностно-активное вещество. Представляет собой продукт конденсации жирных спиртов и окиси этилена. Плотность 0,95 г/см^3. Внешний вид — желто-серая вязкая жидкость. Применяется как антистатик в полимерных материалах.

Кроме того, совместными работами НИОПиК (г. Москва) и Лисичанского завода резиновых технических изделий доказана возможность применения в качестве антистатика нового продукта — оксанола АКЛ-5.

Фунгициды

Хлопок и некоторые пластификаторы, которые входят в состав лент, в процессе эксплуатации в условиях влаги и тепла подвергаются воздействию бактерий. Поэтому в рецептуру поливинилхлоридных композиций вво-

дятся фунгициды. Ими могут быть паранитрофенол, ортофенилфенол, оксидифенил, тиурам и др. Промышленное применение в отечественной промышленности находит паранитрофенол. Его вводят 3—4 в. ч. на 100 в. ч. ПВХ. Паранитрофенол представляет собой побочный продукт производства паранитроанизола, выпускаемый в виде пасты или кристаллического порошка от светло-желтого до темно-коричневого цвета с температурой плавления 110,5°С.

Для глубокого проникновения пасты в ткань необходимо, чтобы каркасная паста имела относительно невысокую вязкость (60—80 пуаз), а после желатинизации при температуре 160—170°С превращалась в эластичную пленку, покрывающую ткань. Необходимо также предусмотреть, чтобы эластичная пленка поливинилхлоридной композиции обладала достаточной прочностью и относительным удлинением, огнестойкостью, малым поверхностным электрическим сопротивлением, и чтобы надежно защищала хлопковое волокно каркаса от воздействия бактерий, развивающихся при определенных климатических условиях и разрушающе действующих на ткань. В связи с этим при разработке рецептуры каркасной пасты необходимо предусматривать, чтобы каждый компонент выполнял определенные функции.

Примерная рецептура поливинилхлоридных композиций приведена в таблице 2

Таблица 2. **Рецептура поливинилхлоридных композиций**

Компоненты	Содержание компонентов, в. ч.		
	каркасная паста	обкладочная паста	смесь для бортовой ленточки
Пастообразующий поливинилхлорид эмульсионной полимеризации (Волговинил Е-66П, Норвинил П-2 и др.)	100	100	—
Сополимер винилхлорида с винилацетатом (сополимер А-15-0, сикрон 945 и др.)	—	—	100
Первичный фосфатный пластификатор (триксиленилфосфат, трикрезилфосфат и др.)	55—60	45—50	50—55

Компоненты	Содержание компонентов, в.ч.		
	каркасная паста	обкладочная паста	смесь для бортовой ленточки
Пластификатор, придающий рецептуре свойства морозостойкости (ТЖК-79, байсофлекс 102А и др.)	30—35	25—30	25—30
Огнестойкий пластификатор-разбавитель (хлорпарафин ХП-600Б, церехлор 42 и др.)	25—30	20—25	—
Тепловой стабилизатор (карбонат свинца, силикат свинца и др.)	3—8	3—8	3—8
Световой стабилизатор и краситель (сажа ПМ-75 и др.)	4—5	4—5	4—5
Антистатический продукт (стеарокс 6, негомель АЛ-5 и др.)	7—10	7—10	—
Смазывающий агент для шприцующихся смесей (стеарат кальция и др.)	—	—	2—3
Фунгицид (паранитрофенол, ортофенилфенол и др.)	1—3	—	—

Глава III. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕНТ

Технологический процесс производства лент включает изготовление поливинилхлоридных паст (каркасной и обкладочной), смеси для бортовой ленточки, полуфабрикатов (пропитанные ткани, обкладочные слои, бортовая ленточка), сборку и прессование заготовок лент, продольную резку и заторцовку их (рис. 2).

Приготовление рабочих композиций каркасной и обкладочной паст

При производстве конвейерных лент на основе ПВХ используется два типа паст: каркасная и обкладочная. Они отличаются друг от друга содержанием пластификаторов и специальных добавок. Для пропитки ткани необходимо, чтобы паста была низкой вязкости. Как правило, каркасные пасты непосредственно после их изготовления имеют вязкость 60—80 пуаз.

При большей вязкости пасты покрытие ткани пастой будет поверхностным, а прочность связи между тканевы-

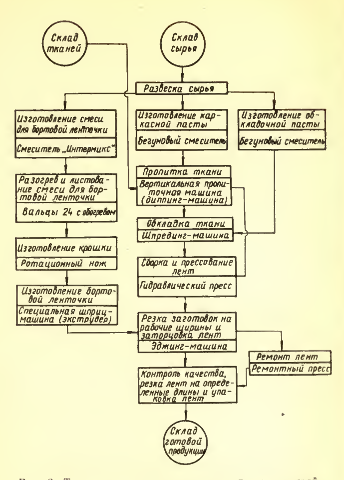


Рис. 2. Технологическая схема производства огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ и используемое оборудование

ми слоями каркаса — низкой. Поэтому применение паст с повышенной вязкостью для пропитки тканевого каркаса нежелательно.

Обкладочная паста, наносимая на поверхность ткани для получения ровной толщины обкладочного слоя в ленте, должна обладать повышенной вязкостью по

сравнению с каркасной пастой, но в то же время хорошо растекаться по поверхности пропитанной ткани. На практике такие пасты имеют вязкость в пределах 80—200 пуаз. Каркасные и обкладочные пасты изготавливают в специальных бегуновых смесителях (рис. 3).

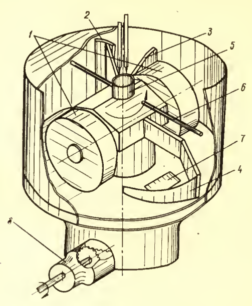


Рис. 3. Бегуновый смеситель:
1 — бегуи; 2, 3, 4 — скребки; 5 — вороика для залива пластификаторов; 6 — сливные патрубки для пластификаторов; 7 — разгрузочиый люк; 8 — редуктор привода

В рабочей камере смесителя, представляющей собой цилиндр диаметром 1800 мм и высотой 850 мм, находится два бегуна с регулируемой высотой подъема, движутся они друг за другом по окружности радиусом 500 мм.

Минимальный зазор между бегунами и днищем смесителя обеспечивает тщательное перемешивание всех сыпучих и жидких компонентов и получение гомогенной массы — поливинилхлоридной пасты. Стенки и днище смесителя в процессе смешивания постепенно очищаются от неразмятых комков пасты скребками, которые попа-

дают снова под бегуны и раздавливаются. Во избежание перегрева днище смесителя охлаждается водой. Чтобы уменьшить потери пылящих компонентов и снизить запыленность на участке приготовления паст, крышка смесителя сблокирована с приводом так, что при открывании ее смешивание прекращается. Сыпучие компоненты загружаются в определенной последовательности при помощи шнека, жидкие подаются в верхнюю часть смесителя по трубопроводам. Выгружается паста через люк, находящийся в днище смесителя, в приемный бункер, откуда по трубопроводам с помощью винтовых насосов подается в расходные емкости пропиточных и обкладочных машин.

Смешивание компонентов обычно производится в несколько стадий. Для лучшего перемешивания в смеситель подается сначала небольшое количество поливинилхлорида и пластификаторов, а также сыпучие компоненты, которые вводят в состав композиции в небольшом количестве. При этом получается паста большой вязкости. Затем добавляется остальное количество поливинилхлорида и часть пластификаторов. На окончательной стадии приготовления пасты вводится оставшаяся часть пластификаторов и вся паста перемешивается до получения гомогенного продукта — пасты с требуемой вязкостью.

Качество приготовления паст можно контролировать по вязкости на ротационных вискозиметрах, а также по наличию агрегированных частиц в пасте при помощи приспособления «клин» (рис. 4). Рабочей частью приспособления является паз на поверхности стального бруса, выполненный в виде клина. Поместив в паз небольшое количество пасты, выравнивают поверхность пасты крышкой. При наличии крупных агрегированных частиц, последние четко видны, что позволяет судить об их размерах.

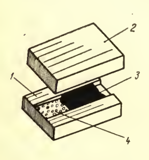


Рис. 4. Приспособление «клин»:
1 — корпус с клиновой поверхностью; 2 — крышка; 3 — паста; 4 — неразработанные частицы

Изготовление бортовой ленточки

Бортовая ленточка изготовляется на специальном участке, оборудованном смесителем, вальцами, резательной машиной и специальной шприц-машиной — экструдером (рис. 5).

Смесь для бортовой ленточки готовят в смесителе, в камере которого расположены два взаимно зацепляющихся ротора, вращающихся навстречу друг другу. Смеситель снабжен верхним (вертикальным) и нижним (горизонтальным) затворами. Камера смесителя и роторы сделаны так, что их можно нагревать паром или охлаждать водой. Цикл изготовления смеси для бортовой ленточки в зависимости от рецептуры и типа применяемого полимера длится 4—5 мин при температуре 130—140°С.

Прежде чем изготовить смесь, все компоненты одновременно загружаются в смеситель, затем создается давление верхним затвором и производится смешивание. По истечении цикла смесь

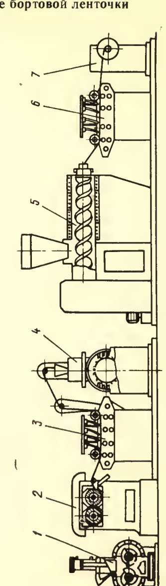


Рис. 5. Поточная линия изготовления бортовой ленточки:
1 — смеситель емкостью 5 л; 2 — вальцы; 3, 6 — приемные транспортеры; 4 — резательная машина; 5 — червячный экструдер; 7 — закаточное устройство

выгружают на лоток, откуда подают на вальцы, где дополнительно тщательно перемешивают. Вальцы снабжены паровой и водяной коммуникацией для необходимого нагрева или охлаждения.

Перемешивание смеси на вальцах длится 2—3 мин. до получения гладкой поверхности обрабатываемого материала, после чего ножами, укрепленными со стороны заднего валка, смесь снимают в виде ленточки на транспортер и направляют в резательную машину, где она измельчается до величины отдельных гранул 2—3 мм. В дальнейшем гранулы смеси для бортовой ленточки подаются в загрузочную воронку экструдера, температура головки которого поддерживается в пределах 150—160°С.

Шайба, установленная в головке экструдера, имеет щель, через которую смесь выдавливается в виде ленточки шириной 15—20 мм и толщиной 1,5 мм. Полученная ленточка транспортером подается к закаточному устройству, где ее сворачивают в бухты.

Регулируя скорость транспортера, можно изменять размеры ленточки — как ширину, так и толщину. Уже готовая ленточка в бобинах подается на промежуточный склад, а затем на заторцовочный агрегат (эджинг-машину).

Пропитка ткани для каркаса лент

Пропитка ткани поливинилхлоридной каркасной пастой и желатинизация ее на ткани производятся на специальных пропиточных машинах с электрическим обогревом (рис. 6).

Ткань поступает сначала в пропиточную ванну, в которую из расходной емкости непрерывно подается каркасная паста. Огибая погружаемые в пасту ролики, ткань пропитывается. Время контакта ткани с пастой — 6—8 сек. Избыток пасты снимается специальными ножами, зазор между которыми можно регулировать, достигая определенного привеса пасты на ткани.

Затем пропитанную ткань направляют через систему нагревателей, где происходит предварительная желатинизация. Температура поверхности ткани у нижнего нагревательного элемента составляет 80—90°С, на выходе — у верхнего нагревательного элемента — 165—170°С. Далее пропитанная ткань, прошедшая предварительную желатинизацию, проходит через систему,

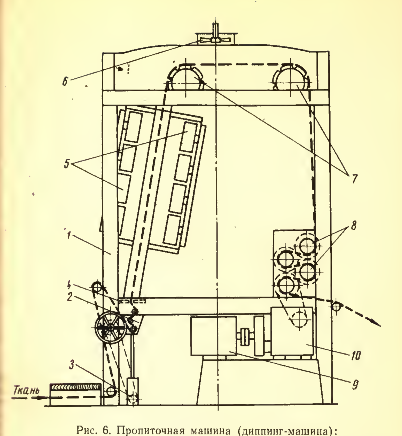


Рис. 6. Пропиточная машина (диппинг-машина):
1 — сварная станина; 2 — ванна для пропиточной пасты; 3 — устройство для подъема и опускания ванны; 4 — нож для снятия излишков пасты; 5 — электрические нагревательные элементы; 6 — вентилятор; 7 — поворотные барабаны; 8 — приводные охладительные барабаны; 9 — электродвигатель; 10 — редуктор

охлаждаемых водой барабанов, которые одновременно играют роль тягового устройства, и поступает на закатку. В процессе желатинизации пасты пластификатор усиленно поглощается поливинилхлоридом, что дает возможность получить пропитанную ткань с эластичной, не липкой поверхностью.

Степень желатинизации пасты контролируется визуально, а привес ее — взвешиванием. Для тканей типа БКН-140 и БКНЛ-150 привес должен быть 1100—1200 г/м².

В процессе пропитки подбирается оптимальный вариант обогрева (1,2 или 3 секции нагревателей) и, в зависимости от полноты желатинизации, устанавливается оптимальная скорость движения ткани, которая замеряется тахометром. Шкала тахометра выведена на пульт управления машины. В процессе работы необходимо следить, чтобы на роликах, погружаемых в пасту, и на ножах пропиточной машины не накапливались агрегированные частицы пасты, так как при этом возможно образование складок на ткани, продольных полос с уменьшенной пастоемкостью и некачественная пропитка ткани. Образование агрегированных частиц пасты в основном зависит от пастообразующего комплекса свойств поливинилхлорида.

После пропитки часть ткани подается к раскаточным стойкам гидравлических процессов, другая часть — на шпрединг-машину для наложения обкладочного слоя ленты.

Обкладка пропитанной ткани

В связи с тем, что лента в процессе эксплуатации подвергается значительному истиранию, на верхнюю и нижнюю прокладки каркаса накладывается обкладочный слой поливинилхлоридной композиции. Обкладка производится на шпрединг-машине с камерой желатинизации (рис. 7). Состоит она из следующих основных узлов: раскаточного устройства для пропитанной ткани, устройства для нанесения обкладочного слоя, расходной емкости пасты, камеры желатинизации с двумя зонами обогрева, охладительных барабанов, закаточного устройства.

Пропитанная ткань подвешивается на раскаточную стойку машины и подается к устройству, где на нее наносится обкладочная паста. При движении ткани с нанесенным слоем пасты над валком машины избыток пасты снимается ножом до требуемой толщины обкладки (1,3 мм).

Высота расположения ножа регулируется. Чтобы паста не сошла с ткани, между ножом и валиком установлены ограничительные стрелы, которые при работе находятся у края пропитанной ткани.

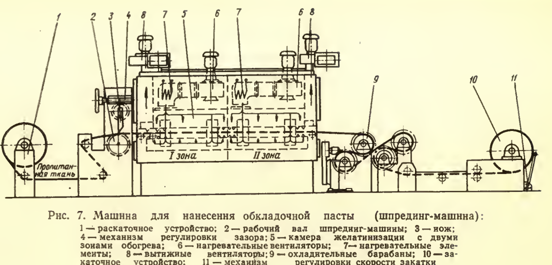


Рис. 7. Машина для нанесения обкладочной пасты (шпрединг-машина):

1 — раскаточное устройство; 2 — рабочий вал шпрединг-машины; 3 — нож; 4 — механизм регулировки зазора; 5 — камера желатинизации с двумя зонами обогрева; 6 — нагревательные вентиляторы; 7 — нагревательные элементы; 8 — вытяжные вентиляторы; 9 — охладительные барабаны; 10 — закаточное устройство; 11 — механизм регулировки скорости закатки

После нанесения обкладочного слоя ткань направляется в камеру предварительной желатинизации, имеющую две рабочие зоны. В первой поддерживается температура 140°С, во второй — 160°С. Обогреваются обе зоны горячим воздухом.

После прохождения камеры желатинизации ткань охлаждается на агрегате барабанного типа. Затем закатывается в рулоны и подается к раскаточным стойкам гидравлических прессов.

Сборка и прессование заготовок лент

Собираются и прессуются заготовки лент на двухярусном гидравлическом прессе с раскаточными и закаточными приспособлениями (рис. 8).

Рулоны пропитанной ткани и ткани с обкладочным слоем подвешиваются на раскаточные стойки с таким расчетом, чтобы внутренние слои заготовки ленты были только из пропитанной ткани, а наружные — верхний и нижний — покрыты обкладочной пастой.

Собранные в пакет слои ткани укладывают между плитами гидравлического пресса. При этом необходимо следить, чтобы не было продольных и поперечных складок и смещения тканевых прокладок относительно друг друга.

Для получения равномерной толщины заготовки ленты и предотвращения выдавливания обкладочного слоя пасты вдоль бортов ленты укладываются металлические линейки, которые подбираются с таким расчетом, чтобы упрессовка ленты составила 15—20% от суммарной толщины всех тканевых и обкладочных ее слоев.

Цикл прессования ленты характеризуется изменением двух технологических параметров: температуры плит пресса и удельного давления их на заготовку ленты.

В начале цикла в течение двух минут продуваются каналы плит пресса (давление пара 8 ати). Весь период нагрева плит паром, включая продувку, длится 16 мин. Температура плит пресса в этот период должна быть в пределах 165°С. Затем плиты пресса охлаждаются водой в течение 8 мин при температуре 20—25°С. Одно-

временно с началом цикла создается низкое гидравлическое давление в системе (удельное давление плит пресса 2 кгс/см²), которое сохраняется 14 мин. Затем создается высокое гидравлическое давление (удельное давление плит пресса 12,5 кгс/см²), которое поддерживается в системе 10 мин — до окончания цикла прессо в а н и я. Он длится 24 мин и построен так, что в начале его производится нагрев заготовки ленты при низком давлении, а прессование ленты при высоком давлении захватывает как период нагрева (частично), так и охлаждения.

В процессе прессования ленты происходит окончательная желатинизация каркасной и обкладочной паст, в результате чего композиции приобретают оптимальные физико - механические свойства и, что особенно важно для конвейерных лент,—

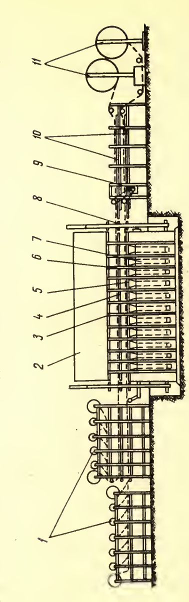


Рис. 8. Агрегат для прессования ткани:

1 — раскаточные стойки для рулонов пропитанной и шпредингованной ткани; 2 — гидравлический пресс; 3 — верхняя плита; 4 — средняя плита; 5 — нижняя плита; 6 — гидравлический цилиндр; 7 — плунжер; 8 — зажимное растяжное приспособление; 9 — привод отрывных тележек; 10 — отрывные тележки; 11 — закаточные устройства

эластичность, прочность и высокую сопротивляемость истиранию.

После прессования лента отрывными тележками отделяется от плит пресса и направляется на закаточное устройство с одновременным выравниванием слоев ткани перед прессом. Затем отрывные тележки возвращаются в первоначальное положение и цикл прессования повторяется.

Чтобы получить плавный переход отдельных спрессованных участков ленты, концы плит пресса охлаждают водой. При прессовании последующего участка в прессе оставляется 300—400 мм от конца спрессованного участка предыдущего цикла для повторного прессования.

Чистить плиты пресса нужно не реже одного раза в неделю специальной машинкой с металлическими щетками или шлифовальной шкуркой. А чтобы лента не прилипала к плитам, их еженедельно нужно смазывать силиконовой жидкостью.

Сразу же по окончании смазки плиты нагревают до температуры 165—170°С в течение 1 ч, после чего пресс считается готовым к работе.

Заготовки лент прессуются участками, равными длине пресса. Если внутренний или наружный слой закончился, на раскаточные стойки подвешивается новый рулон пропитанной ткани или ткани с нанесенным обкладочным слоем. Концы слоев стыкуются внахлестку под углом 45°, и прессование продолжается до получения заготовки ленты длиной 300—400 м.

По окончании прессования рулон отрезается, снимается и подается на агрегат продольной резки и заторцовки (рис. 9).

Продольная резка и заторцовка производятся на агрегате, состоящем из раскаточного устройства, стола для продольной резки с двумя парами протаскивающих валиков, между которыми расположены ножи, двух заторцовочных машин, расположенных на различных отметках по высоте (для заторцовки одновременно двух лент) и двух закаточных устройств.

После продольного раскроя лента заторцовывается на машине следующим образом. С обеих сторон машины устанавливаются катушки с бортовой ленточкой, которая через систему направляющих роликов подается на

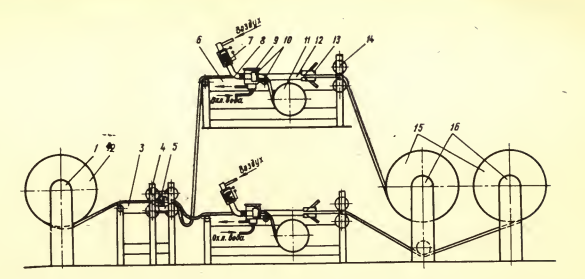


Рис. 9. Агрегат продольной резки и заторцовки лент:

1 — раскаточная стойка; 2 — рулон спрессованной пластины (заготовка); 3 — машина для продольной резки заготовки ленты; 4 — протаскивающие валки; 5 — нож; 6 — машина для заторцовки ленты; 7 — нагревательный элемент; 8 — горелка для подачи горячего воздуха; 9 — охлаждающий ролик; 10 — направляющие ролики для бортовой ленточки; 11 — рулон бортовой ленточки; 12 — бортовая ленточка; 13 — нож для среза излишков бортовой ленточки; 14 — протаскивающие валки; 15 — рулоны ленты, заторцованные бортовой ленточкой; 16 — закаточные устройства

прикатывающий ролик, охлаждаемый водой. Торец ленты и бортовая ленточка разогреваются в потоке горячего воздуха, поступающего из сопла специального нагревательного устройства (температура на выходе нагревательного элемента 450°С). Поверхность торца ленты и бортовой ленточки оплавляются, и под действием усилия прикатывающего ролика бортовая ленточка прочно соединяется с бортом ленты.

После заторцовки излишки бортовой ленточки срезаются ножом специальной конструкции («ласточкин хвост») и лента направляется через протаскивающие валики на закаточное устройство.

Скорость движения ленты может регулироваться и достигать 5 м/мин. Оптимальная скорость—2—2,5 м/мин.

После заторцовки бортов проверяют качество готовой ленты, производят мелкий ремонт ее, разрезают на отрезки необходимой длины, закатывают в бухты и отправляют на склад готовой продукции.

Глава IV. ИСПЫТАНИЯ ЛЕНТ

Для контроля качества изготовления и оценки эксплуатационных свойств лент проводят типовые приемно-сдаточные и стендовые испытания. При оперативном контроле качества лент ПВХ определяют их основные физико-механические свойства. При совершенствовании конструкции лент, изменении технологии или применении новых материалов для оценки эксплуатационных качеств проводят дополнительно ряд стендовых испытаний.

Методы определения основных физико-механических свойств огнестойких конвейерных лент

Для определения предела прочности и относительного удлинения заготавливаются образцы в виде лопаток (рис. 10) с шириной рабочего участка 2,5 см, длиной — 10 см. Конвейерные четырехпрокладочные ленты испытываются с сохранением всех прокладок. При большем числе прокладок оставляют четыре, а остальные отсла-

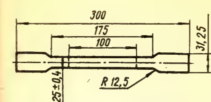


Рис. 10. Образец ленты для определения предела прочности и относительного удлинения

ивают. Для испытания по основе образцы вырубаются штанцем параллельно борту ленты. Для испытания по утку —перпендикулярно борту. Испытывают образцы на разрывной машине со скоростью разведения зажимов 100±5 мм/мин.

Предел прочности одной прокладки по ширине вычисляют по формуле

$$\sigma = \frac{P}{B \cdot i \cdot k},$$

где P— нагрузка на образец ленты при разрыве, кгс;

B— ширина образца, см;

i— число прокладок в образце;

k— коэффициент потери прочности за счет нарушения целостности крайних нитей, равный 0,95.

В процессе испытания ленты на разрывную прочность линейкой фиксируют величину удлинения в момент достижения 10%-ной рабочей нагрузки от номинальной прочности ленты, а также величину удлинения при разрыве образца.

Прочность связи между прокладками ленты определяется также на образцах. Расслаивать их можно на различных разрывных машинах. При этом скорость разведения зажимов должна быть 50 мм/мин.

Одним из вариантов машины для определения прочности связи между прокладками в образце является горизонтальный тензометр (рис. 11). Тяговое усилие его создается от электродвигателя. Прибор снабжен отградуированными стальными пластинами, позволяющими измерять нагрузки в пределах от 31,25 до 2000 кг. В зависимости от необходимого усилия расслоения выбирается та или иная сменная стальная пластина. Перед испытанием концы образцов расслаиваются ножом вруч-

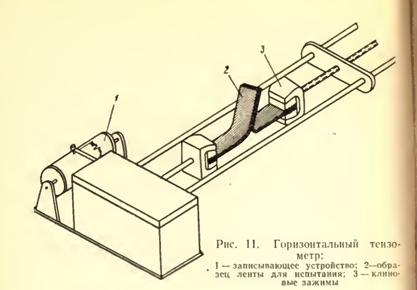


Рис. 11. Горизонтальный тензометр:
1 — записывающее устройство; 2—образец ленты для испытания; 3 — клиновые зажимы

ную. Затем их вставляют в клиновые зажимы тензометра (один в неподвижный, другой — в подвижный) и включают электродвигатель.

Записанные на диаграмме усилия, необходимые для расслоения образца, определяют по отградуированной шкале и относят к полной ширине образца, т. е. к 2,5 см. Для определения прочности связи надо соответственно пересчитать нагрузку.

Поверхностное электрическое сопротивление обкладочного слоя ленты определяют мегомметром, снабженным двумя латунными электродами. Один из них представляет собой цилиндр диаметром 25 мм и высотой 22 мм, другой — кольцо с наружным диаметром 150 мм и внутренним — 125 мм, высота кольца 20 мм. Испытанию подвергаются образцы размером не менее 300×300 мм.

Перед испытанием поверхность образца протирают петролейным эфиром, а под образец подкладывают полиэтиленовый лист. Затем шаблоном из фетра, размер которого соответствует размеру латунных электродов, на поверхность образца наносят отпечатки из жидкого про-

водника, в качестве которого может быть использован полиэтиленгликоль, 10%-ный раствор соды или какой-либо другой жидкий проводник, обеспечивающий достаточно надежный контакт электродов с поверхностью ленты.

На отпечатки из жидкого проводника устанавливают электроды, подсоединенные к мегомметру. Цилиндр подсоединяют к контакту высокого напряжения, кольцо — к контакту низкого напряжения или заземлению прибора. Прибор включают в работу, и мегомметр показывает величину электрического сопротивления.

В процессе эксплуатации конвейерных лент происходит износ обкладок, что ускоряет выход ленты из строя. Разрушение обкладок происходит вследствие ударного воздействия материала на ленту в пунктах погрузки, шевеления материала при прохождении роликоопор линейного става, трения ленты о ролики, элементы пункта погрузки, и из-за пробуксовки ленты на барабанах.

Особенно интенсивный износ наблюдается при транспортировании влажного угля, когда частицы материала заштыбовывают ролики, вызывая износ покрытия ленты.

Чтобы определить сопротивляемость истиранию резиновых, поливинилхлоридных композиций и других эластичных материалов, существует ряд методов, согласно которым испытания проводят при различных режимах по ГОСТ 426—66. Образцы вырезают из готовой ленты в форме прямоугольных параллелепипедов с истирающей поверхностью в виде квадрата со стороной $20\pm0{,}5$ мм и основанием, имеющим заплечики шириной $4\pm0{,}5$ мм. Испытания проводятся в режиме скольжения образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося с постоянной скоростью диска, при постоянном усилии. В качестве абразивного материала используется шлифовальная шкурка 150 (ГОСТ 344—57) или стальная сетка № 1 (ГОСТ 3924—47). Для испытания истираемости обкладочного слоя служит машина МИ-2 (рис. 12).

На станине установлен двигатель, который через редуктор приводит во вращение полый вал с диском. На

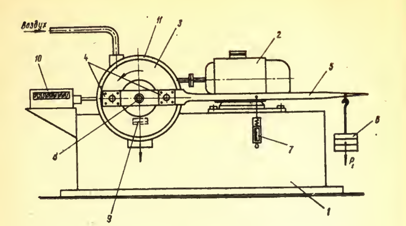


Рис. 12. Машина МИ-2 для испытания истираемости обкладочного слоя:

1 — корпус машины; 2 — электродвигатель; 3 — диск с абразивным материалом; 4 — держатели с образцами испытываемого материала; 5—рычаг; 6 — уравновешивающий груз; 7 — динамометр; 8 — полый вал с гибкой осью; 9 — груз, прижимающий рычаг с образцами к абразивной поверхности; 10 — счетчик; 11 — кожух

диске закрепляется абразивный материал (шлифовальная шкурка или стальная сетка).

Испытываемые образцы устанавливают в держателях рычага и с помощью груза прижимают к истирающей поверхности. На конце рычага подвешивают груз, который удерживает рычаг от вращения. Весь рабочий узел машины заключен в кожух, соединенный с вытяжной вентиляцией. Для подсчета оборотов диска с истирающим материалом имеется счетчик.

Испытывают образцы следующим образом. На диск машины укрепляют требуемый истирающий материал, в держатели рычага устанавливают заготовленные образцы, предварительно притертые и взвешенные. Затем включают машину и после 200 оборотов диска выключают. По результатам взвешивания образцов до и после испытания устанавливают убыль массы.

Истираемость α определяют отношением убыли объема образца к работе трения, затраченной на истирание

$$\alpha = \frac{\Delta V}{A}.$$

Убыль объема ΔV вычисляют по формуле:

$$\Delta V = \frac{G_1 - G_2}{\rho},$$

где G_1 — масса пары образцов до испытания, г;
G_2 — массы пары образцов после испытания, г;
ρ — плотность истираемого материала, г/см³.

Работу трения определяют по формуле

$$A = \frac{2\pi \cdot n(P_1 \cdot R + P_2 \cdot a + P_3 \cdot R)}{3{,}67 \cdot 10^{10}},$$

где n — число оборотов диска за время испытания;
R — расстояние от точки подвеса груза до оси вращения рычага, см;
P_1 — средний вес груза, подвешенного к рычагу, гс;
P_2 — среднее показание пружинного динамометра, гс;
a — расстояние от точки закрепления пружинного динамометра до оси вращения рычага, см;
P_3 — постоянная машины, определяемая путем уравновешивания рычага, гс;
$3{,}67 \cdot 10^{10}$ — коэффициент перевода работы, выраженной в гссм, в работу, выраженную в кВт-ч.

Показатель истираемости, выраженный в см₃/кВт-ч, наглядно показывает, какое количество материала изнашивается после воздействия на него определенной работы трения.

Одним из наиболее важных показателей, характеризующих степень пожаробезопасности конвейерных лент, является огнестойкость. Согласно техническим условиям, огнестойкость оценивается по результатам двух испытаний: в пламени горелки в лабораторном вытяжном шкафу и трением на вращающемся барабане на специальном стенде.

Испытания в пламени горелки заключаются в определении времени горения образца ленты после удаления его из пламени. Испытания проводят на спиртовой горелке с высотой пламени до 15 см. Температуру пламени ре-

гулируют таким образом, чтобы медная проволока диаметром 0,7 мм плавилась на 6-й секунде.

Образец размером 30×2,5 см укрепляют на штативе в горизонтальном положении на расстоянии 50 мм от верха горелки. В пламени его выдерживают 45 сек, после чего замеряют время горения или свечения вне горелки. Для проверки огнестойкости каркаса часть образцов испытывают без обкладочных слоев. Все испытания проводят в вытяжном шкафу при выключенной вентиляции. После каждого испытания вентиляцию включают для полного удаления продуктов горения.

Испытанием конвейерных лент в пламени горелки устанавливают качественные показатели лент с точки зрения способности самозатухания ее после удаления пламени.

Испытанием образцов на стенде с вращающимся барабаном устанавливают эксплуатационные характеристики лент, т. е. склонность их к воспламенению при трении. При этом испытании имитируются эксплуатационные условия в момент пробуксовки приводного барабана конвейера относительно неподвижной ленты. Одна из конструкций стенда приведена на рис. 13. Стальной барабан диаметром 200 и длиной 300 мм приводит во вращение электродвигатель мощностью 10 кВт. Скорость вращения барабана 190 об/мин., что соответствует линейной скорости 2 м/сек. Для испытания заготавливают образец длиной 1600 и шириной 150 мм, который устанавливают в зажимах. Один из них установлен неподвижно, к другому прилагается нагрузка.

При вращении барабана поверхности его и ленты разогреваются, что приводит к значительному повышению их температуры, а в определенных условиях (при испытании неогнестойких лент) — к воспламенению ленты. В связи с этим в процессе испытания фиксируют максимальную температуру поверхности барабана, а также отмечают воспламеняемость или невоспламеняемость ленты. Испытания продолжают до разрушения образца или до его воспламенения.

В настоящее время существуют несколько конструкций стендов для испытания огнестойкости лент трением на вращающемся барабане. Разработанный МакНИИ стенд для испытания огнестойкости лент позволяет максимально приблизить условия испытания к реальным и

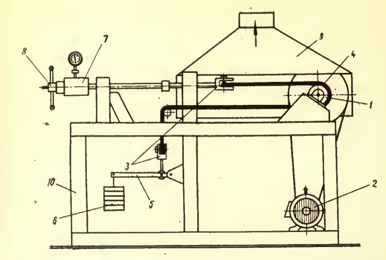


Рис. 13. Стенд для испытаиия коивейерных лент на огиестойкость треиием иа вращающемся барабане:

1 — вращающийся барабан; 2 — электродвигатель; 3 — зажимы; 4 — образец леиты; 5 — рычаг; 6 — груз; 7 — месдоза с манометром для определения усилия в иабегающей ветви; 8 — штурвал для установки равиовесня рычага; 9 — зоит; 10 — сварная станина

испытывать ленты полной ширины. Стенд собран на базе конвейера КЛА-250 с мощностью двигателя 90 кВт. Линейную скорость на поверхности барабана можно изменять от 0 до 6 м/сек.

В процессе испытания контролируют натяжение ленты в различных точках, а также температуру обечайки барабана, возрастающую за счет трения.

Проведенные в МакНИИ испытания показали, что наиболее высокие показатели огнестойкости наблюдаются у конвейерных лент на основе поливинилхлорида. При испытании их трением на барабане температура обечайки составляет в среднем 200—220°С, очаги тления не наблюдаются.

Температура нагрева обечайки барабана при испытании резинотканевых конвейерных лент с обкладками из трудносгораемых резин достигает 300°С и более, а при обнажении каркаса появляются очаги тления.

Высокая огнестойкость конвейерных лент на основе ПВХ обеспечивается за счет применения соответствую-

щих компонентов, обладающих высокой огнестойкостью, а также за счет глубокой пропитки ткани ннзковязкимн полнвиннлхлоридными пастами.

Стендовые испытаиия для определеиия дополнительиых эксплуатациониых показателей лент

Многообразне нагрузок, возникающих во время эксплуатации лент, и сложность условий их эксплуатации вызывают необходнмость проводить стендовые нспытаиия, позволяющие имитировать рабочие условня.

Конвейерные ленты — упруго-пластическне тела, и поэтому со временем в нних нзменяются деформацни, независимо от изменения напряжения. При значительной упругой запаздывающей и необратимой деформациях ход натяжного устройства может оказаться недостаточным, что требует перестыковки ленты н в ряде случаев приводнт к простою конвейера. Потому-то ленты и испытывают иа ползучесть, т. е. удлнненне при длнтельной статической нагрузке, иа стенде, разработанном ДонУГИ, общнй внд которого прнведен иа рнс. 14.

Испытательный стенд представляет собой сварную раму, на которой шарнирно закреплены рычагн. Образец ленты зажимают двумя захватами. Один нз инх неподвижиый, смонтирован в верхней части рамы, второй—подвижный — шарнирно соединен с рычагом. Рычажно-грузовая система позволяет плавно нзменять нагрузку на образец от 100 до 2000 кгс. Для фнксацни груза на рычаге нмеются пазы, а грузы снабжены стопорными защелками. На стенде можно испытывать одновременно 12 образцов. Габариты стенда: длина 4410 мм, шнрина в инжней частн 2425 мм, высота 3150 мм, масса 4132 кг.

Для нспытания берут образцы прямоугольной формы ширииой 50 мм. Толщина образца соответствует толщиие ленты. На образце отмечают измерительную базу. Величнну иагрузки фнкснруют динамометром, устаиовленным между подвнжным захватом н рычагом. Удлинеиие образца замеряют специальным устройством из двух зажимов н стальной лнненки.

Графнк изменеиия относительного удлиения прн постояниой иагрузке в зависимости от продолжительности нагружения приведеи на рис. 15.

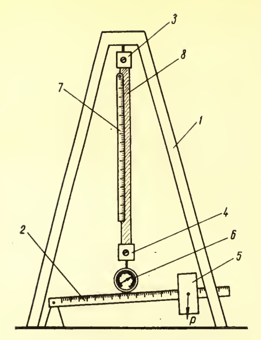


Рис. 14. Стенд для испытания конвейерных лент на удлинеиие при длительиой статической иагрузке:

1 — сварная рама; 2 — рычаг; 3 — неподвнжный зажнм; 4 — подвнжный зажнм; 5 — груз; 6 — пружннный дннамометр; 7 — лннейка для замера удлинення; 8 — образец ленты

Из графнка видно, что общая деформацня ленты равна сумме деформаций

$$\varepsilon_о = \varepsilon_{мгн} + \varepsilon_з + \varepsilon_н,$$

где $\varepsilon_{мгн}$ — «мгновенная» упругая деформация;
$\varepsilon_з$ — запаздывающая упругая деформация;
$\varepsilon_н$ — необратимая деформация.

Процесс ползучести по интенсивности нарастания деформации можно разделить на два периода. Первый характеризуется резким убыванием скорости деформации. В конце него запаздывающее упругое удлинение ленты достигает максимального значения. Во втором периоде процесс протекает с практически постоянной и

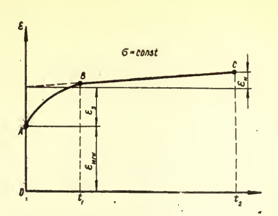


Рис. 15. График изменения относительного удлинения при постоянной нагрузке в зависимости от продолжительности нагружения

очень малой скоростью деформации. В этом случае удлинение ленты происходит за счет необратимой деформации.

Таким образом, для определения максимальной упругой деформации необходимо продолжать испытания до установления постоянной скорости деформации ленты.

Таблица 3. **Значения коэффициента ползучести для некоторых материалов**

Показатели	Тип ленты, ткани			
	2У БКНЛ-65	ПВХ, БКН-140	ПВХ, МК-800	2У20 Б-8
Среднее значение коэффициента ползучести	0,52	0,6	0,36	0,37
Среднее квадратическое отклонение коэффициента ползучести	0,023	0,055	0,020	0,034

В табл. 3 приведены значения коэффициента ползучести, представляющего собой отношение запаздывающей упругой деформации к «мгновенной». Из представленных данных видно, что запаздывающая деформация

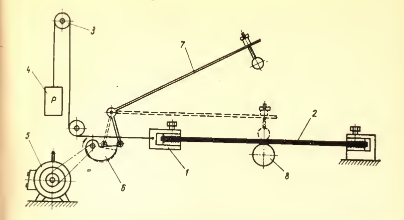


Рис. 16. Стенд для испытания конвейерных лент на сопротнвляемость цнклнчной ударной нагрузке:
1 — зажим для образца ленты; 2 — образец ленты; 3 — блок натяжного устройства; 4 — груз; 5 — двигатель; 6 — эксцеитрнк; 7 — ударный механнзм; 8 — роликоопора

составляет от 36 до 60% «мгновенной» и ее необходимо учитывать при расчете хода натяжной станции.

Испытания конвейерных лент на сопротивляемость цикличной ударной нагрузке проводят на стенде, общий вид которого приведен на рис. 16. Стенд состоит из подвижной и неподвижной рам, ударного механизма, гидравлического привода и натяжного грузового устройства. На подвижной раме смонтированы захваты для зажима ленты. Конструкция этой рамы позволяет изменять угол наклона от 0 до 12° и расстояние между роликоопорами, что дает возможность создавать ударные нагрузки на ленту как над роликоопорами, так и в промежутке между ними при различных углах наклона ленты. Частота нанесения ударов регулируется и составляет от 1 до 25 ударов в мин. Энергию удара также можно менять от 4 до 15 кгм.

Испытания заключаются в определении количества ударов до разрыва образца. Наиболее тяжелый режим создается при ударе по ленте на жесткой опоре (ролике). В этом случае при одинаковой энергии падающего груза сила удара примерно в 5 раз большая, чем при ударе между роликоопорами.

Проведенные в этом режиме испытания показали, что у всех типов конвейерных лент происходит усталостное разрушение нитей утка.

Таблица 4. **Изменение прочности конвейерных лент в зависимости от числа ударов**

Тип ленты	Число ударов, при котором происходит порыв нитей утка	Прочность ленты на разрыв по основе в зависимости от числа ударов, %				
		1000	2000	3000	5000	10 000
ПВХ, БКН-140	10 000	98,0	97,0	94,0	91,5	78,0
2У Б-820	1000	74,4	59,2	47,2	28,7	—
2У БКНЛ-65	2000	88,7	76,0	73,0	66,7	49,7

В табл. 4 приведены результаты испытания огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ, из ткани Б-820 и БКНЛ-65. Испытания проводились при энергии удара 4,4 кгм с частотой 25 ударов/мин.

Из приведенных данных видно, что у конвейерных лент на основе ПВХ с каркасом из ткани БКН-140 сопротивляемость ударной нагрузке значительно выше, чем у лент типа 2У из ткани Б-820 и БКНЛ-65 как по основе, так и по утку. У лент ПВХ порыв нитей по утку и идентичная потеря прочности по основе наблюдается при числе ударов в 10 раз большем, чем для лент из ткани Б-820, и в 5 раз — из ткани БКНЛ-65.

В момент порыва нитей утка прочность по основе у всех типов лент снижалась на 20—25%.

Методика испытания лент на сопротивляемость воздействию ударных нагрузок на маятниковом копре заключается в сравнении прочности образца, испытанного на маятниковом копре, с его исходной прочностью.

Для испытания заготавливают 12 образцов ленты полной толщины с шириной рабочей зоны 2,5 см. Из них 6 образцов вырубаются по основе и 6—по утку. Форма и размеры образцов такие же, как и для испытания на предел прочности (см. рис. 10). Три образца ленты по основе и три по утку подвергаются ударным нагрузкам на маятниковом копре при определенных углах подъема маятника, с последующим определением прочности. На

остальных образцах, не подвергавшихся ударным нагрузкам, определяют исходную прочность. Общий вид маятникового копра приведен на рис. 17.

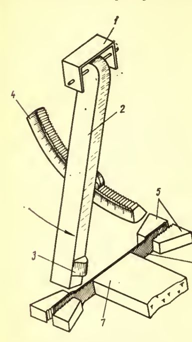


Рис. 17. Маятниковый копер: 1 — опора оси маятника; 2 — маятник; 3 — боек; 4 — шкала для установки маятника на определенный угол отклонения; 5 — клиновые зажимы; 6 — образец ленты; 7 — металлическая опора

Образец ленты устанавливают в зажимы и натягивают его с усилием, равным 10% нагрузке от номинальной прочности. Образец должен плотно прилегать к жесткой опоре. Ударным механизмом служит маятник массой 30 кг с бойком в виде призмы. Маятник отклоняют на заданный угол от вертикали и удерживают храповым механизмом. Отклоняя маятник на различные углы, можно создавать ударные нагрузки различной величины. При падении маятника боек ударяет по образцу ленты, в результате чего последний частично или полностью разрушается. Затем на разрывной машине определяют предел прочности образцов.

Характеристикой сопротивления ленты ударной нагрузке при частичном разрушении образцов является отношение предела прочности частично разрушенного образца к исходному показателю предела прочности ленты, при полном разрушении образцов — отношение энергии удара к ширине образца.

В процессе эксплуатации конвейерные ленты подвергаются многократному изгибу при прохождении через приводные, обводные и натяжные барабаны, в результате чего проявляются значительные сдвиговые напряже-

ния между отдельными слоями ленты, что при несоответствии толщины ленты диаметру барабана может привести к частичному или полному ее расслоению. Поэтому для установления качественной характеристики ленты необходимо знать максимальное количество циклов изгиба, которое может выдержать образец до полного расслоения.

Такие испытания можно проводить на флексингмашине (рис. 18). Методика испытания сводится к определению количества циклов изгиба образцов до полного расслоения.

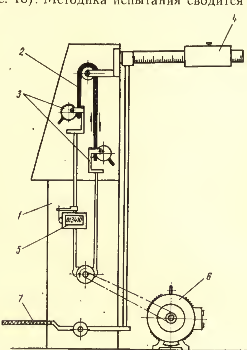


Рис. 18. Флексинг-машина:

1 — корпус машины; 2 — образец ленты; 3 — эксцентриковые зажимы; 4 — натяжное грузовое устройство; 5 — счетчик количества циклов; 6 — электродвигатель; 7 — педаль для отключения движения образца

На раме флексинг-машины установлен двигатель мощностью 0,4 кВт, который с помощью редуктора приводит в возвратно-поступательное движение 5 ры-

рычагов со скоростью 170 циклов/мин. На концах рычагов имеются эксцентриковые зажимы, в которых укрепляют 5 образцов ленты размером 216×25 мм каждый.

Образцы ленты огибают цилиндрические шкивы, установленные на шарикоподшипниках. Образцы связаны через систему рычагов с противовесами. Дуга охвата цилиндрического шкива образцом — 135°. Натяжение образцов, создаваемое противовесами, можно регулировать в пределах до 70 кг. Полный ход образца за один цикл — 130 мм.

Для подсчета количества циклов имеются счетчики. Перед началом испытания с каждого из них сбрасываются показания. Образцы ленты устанавливают в зажимы и создают соответствующие натяжения образцов. Включением двигателя приводят в возвратно-поступательное движение систему рычагов. При этом образцы, огибающие цилиндрический шкив под соответствующим натяжением, испытывают воздействие многократного изгиба и значительных сдвиговых напряжений между слоями ленты.

При появлении первых признаков расслоения фиксируется показание счетчика. Испытания продолжают до полного расслоения образцов. Кратковременную остановку их можно производить нажатием соответствующей педали.

Результаты испытания выражаются количеством циклов изгиба образцов, при котором начинается расслоение, и количеством циклов, при котором происходит полное расслоение образцов.

Одним из важных эксплуатационных показателей ленты является ее жесткость. Так, жесткость по утку характеризует ее качество с точки зрения лоткообразования.

Верхний предел поперечной жесткости определяют, исходя из устойчивости ее хода без груза. При чрезмерно большой поперечной жесткости лента опирается краями на боковые ролики, что приводит к сходу ленты и к износу бортов. Для обеспечения устойчивого хода конвейерной ленты без груза необходимо, чтобы она касалась роликов по всей ширине.

На поперечную жесткость конвейерные ленты испытывают на стенде, общий вид которого приведен на рис. 19. Образец прямоугольной формы, длина которого

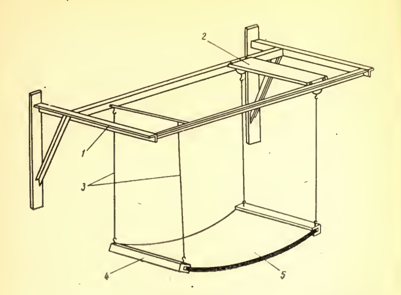


Рис. 19. Стенд для испытания конвейерных лент на поперечную жесткость:

1 — кронштейн со сварной рамой; 2 — подвижная тележка для крепления нитей; 3 — нити; 4 — зажим для образцов лент; 5 — образец ленты

равна ширине ленты, подвешивают на четырех гибких нитях длиной 500 мм, ширина образца 150 мм, толщина соответствует толщине ленты с обкладками.

Стрелу прогиба образца измеряют через 5 мин после подвешивания. Отношение стрелы прогиба к длине образца, т. е. к ширине ленты, принимается за показатель поперечной жесткости ленты. Это отношение в зависимости от угла наклона боковых роликов конвейера не должно быть меньше следующих значений:

Угол наклона боковых роликов конвейера, град.	20	25	30	35	40	45
Показатель поперечной жесткости ленты	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,16

Учитывая, что конвейеры с углом наклона боковых роликов 20 и 25° снимаются с производства, а угол наклона у унифицированных конвейеров равен 30°, показа-

тель поперечной жесткости для серийных конвейерных лент должен быть не менее 0,09.

Результаты испытаний огнестойких конвейерных лент на поперечную жесткость приведены в табл. 5.

Таблица 5. **Результаты испытания на поперечную жесткость огнестойких конвейерных лент**

Тип ленты	Число прокладок	Отношение стрелы прогиба к ширине ленты
ПВХ (БКН-140)	4	0,3
2У Б-820	6	0,22
ПВХ (МКХ-300)	2	0,14
ПВХ (МЛХ-200)	2	0,21

Для определения предельного угла транспортирования материала в ДонУГИ были проведены испытания лент на специальном наклонном стенде, который представляет собой ферму-мост с углом наклона от 0 до 26°. На ферме собрана замкнутая транспортная цепь из ленточного и скребкового конвейеров. Испытания проводились с углями марок А, Д, К различной крупности и влажности при скоростях движения ленты 1,3 и 2,6 м/сек.

Во время проведения экспериментов угол наклона конвейера постепенно увеличивали до тех пор, пока материал не начинал проскальзывать по ленте.

Как показали опыты, скольжение транспортируемого угля по лентам на основе поливинилхлорида Лисичанского завода резиновых технических изделий наступает при угле наклона 18°30′.

Повышение влажности до 7—8% приводит к увеличению предельного угла наклона конвейера на 1—2° (по сравнению с транспортированием сухого угля).

С целью повышения угла транспортирования и расширения области применения конвейерных лент на основе ПВХ Лисичанским заводом резиновых технических изделий совместно с ДонУГИ была разработана лента с рифленой рабочей поверхностью. Рифление выполнялось в виде поперечных приливов высотой 1,5 мм, шириной 4 мм. Расстояние между приливами 2 мм.

Проведенные на стенде испытания опытной ленты на основе ПВХ с рифленой рабочей поверхностью показали, что предельный угол наклона лент этого типа составляет 24°. За счет увеличения глубины рифлений угол наклона можно увеличить.

Глава V. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЛЕНТ

Шахтные ленточные конвейеры работают в условиях повышенной влажности и запыленности, во взрывоопасной среде.

Почти 1/4 часть ленточных конвейеров транспортирует уголь и породу. Высота падения материала на ленту изменяется от 0,3 до 1,8 м и составляет в среднем 0,57 м. Только у 17,3% перегрузочных пунктов высота падения меньше 300 мм. Удельный вес пунктов с высотой падения свыше 1,5 м незначительный — 0,7%. Почти половина погрузочных пунктов имеет высоту падения 300—600 мм и около 30% — 600—1000 мм. У 22,3% погрузочных пунктов транспортируемый материал падает на ленту над роликоопорой. Это преждевременно разрушает каркас, т. к. сила удара при падении материала на ленту над роликоопорой примерно в 5 раз больше, чем при падении груза с той же кинетической энергией на ленту в пролете между роликоопорами.

Обводненность выработок, запыленность атмосферы, недостаточная надежность уплотнений роликов, отсутствие надежных очистных устройств, а также порой плохое обслуживание приводят к увеличению сопротивления перемещению ленты, остановке отдельных роликов и повышенному износу обкладок.

Как показали результаты обследований, в ряде случаев количество невращающихся роликов на конвейере достигает 30%. Однако удельный вес конвейеров с таким числом невращающихся роликов не превышает 5%. Около 50% конвейерных установок — с числом невращающихся роликов до 5%, около 25% установок — с числом невращающихся роликов 5—10%.

Запасы прочности работающих конвейерных лент в ряде случаев значительно превышает норму. Это объясняется тем, что ленты заказывают без увязки с параметрами конвейера.

Максимальное число прокладок лент ПВХ-120 в зависимости от типа конвейера и параметры конвейеров приведены в табл. 6.

Для серийных ленточных конвейеров, эксплуатируемых при номинальной длине и производительности, ленты выбирают по рекомендациям, приведенным в инструкциях к конвейерам, или согласно табл. 6. Для конвейеров индивидуального изготовления или в случае, когда производительность и длина конвейера отличаются от номинальных значений, для определения числа прокладок производят тяговый расчет согласно общепринятых методик [11, 12, 13].

Максимальное натяжение ленты определяется по формуле

$$S_{max} = S_{min} \cdot k^{n_1} + W'_{пор} \cdot L \cdot k^{n_2 + n_3} + W'_{гр} \cdot L \cdot k^{n_3},$$

где S_{min} — минимальное натяжение ленты, кгс;

k — коэффициент, учитывающий сопротивление при огибании барабанов и блоков;

n_1 — общее количество обводных барабанов в конвейера;

$W'_{пор}$ — сопротивление движению порожней ветви, отнесенное к 1 пог. м, кгс/м;

L — длина конвейера, м;

n_2 — количество обводных барабанов в хвостовой части конвейера;

n_3 — количество обводных барабанов от точки разгрузки материала до точки набегания ленты на приводной барабан;

$W'_{гр}$ — сопротивление движению груженой ветви, отнесенное к 1 пог. м, кгс/м.

Минимальное натяжение определяется с учетом допустимого по пробуксовке и провесу.

Допустимое натяжение по провесу вычисляют по формуле

$$S^{гр}_{min} = 5(q + q_л)l^1,$$

где q — вес материала на 1 пог. м ленты, кгс;

$q_л$ — вес 1 пог. м ленты, кгс;

l' — расстояние между роликоопорами на рабочей ветви, м.

Таблица 6. **Основные параметры подземных ленточных конвейеров, находящихся в эксплуатации и выпускаемых серийно, которые оснащаются лентами ПВХ-120**

Тип конвейера	Скорость ленты, м/сек	Приемная способность, $м^3$/мин	Производительность, т/час	Суммарная мощность привода, кВт	Лента		Максимальная возможная длина конвейера (м) при номинальной производительности и углах наклона			
					ширина	максимальное число прокладок	0°	6°	12°	18°
РТУ-30	1,0	5,0	120	32	700	4	300	150	90	50
КЛ-1/5	1,5	7,4	250	90	900	5	1000	460	270	200
КЛА-250	1,25	6,1	250	55	900	4	500	300	150	80
КЛА-250П	1,85	9,1	360	75	900	4	700	350	210	110
1Л80К	1,6	7,1	270	32	800	4	300	130	—	—
КЛ-150А2	1,6	6,1	250	32	800	4	510	190	—	—
КЛ-150У2	1,6	5,7	250	32	800	4	—	205	130	100
1ЛТ80	1,6	6,7	270	40	800	4	560	190	—	—
1Л80	1,6	7,5	270	40	800	4	620	210	—	—
2Л80	1,6	7,5	270	80	800	5	1100	400	—	—
1Л100К	1,6	11	420	100	1000	5	1000	400	250	180
КЛБ-250	1,25	5,7	260	55	900	4	180	1200	450	—

При $q < q_л\left(\frac{l''}{l'} - 1\right)$ допустимое натяжение по провесу определяют по формуле

$$S_{min}^{пор} = 5q_л l'',$$

где l'' — расстояние между роликоопорами на порожней ветви, м.

Допустимое натяжение по пробуксовке при двигательном режиме определяют по формуле

$$S_{min}^{сб} = \frac{k_т \cdot W_0}{a - 1},$$

где $k_т$ — коэффициент запаса сил трения;
W_0 — окружное усилие на барабане, кгс;
a — тяговый фактор.

При тормозном режиме

$$S_{min}^{сб} = \frac{k_т [W_0] a}{a - 1}.$$

Минимальное допустимое натяжение ленты в точке сбегания с барабана должно удовлетворять следующим условиям:

$$S_{min} \geqslant S_{min}^{сб};$$

$$S_{min} \geqslant S_{min}^{пор},$$

$$S_{min} \geqslant S_{min}^{гр} - W^1{}_{пор} \cdot L;$$

$$S_{min} \geqslant S_{min}^{пор} - W^1{}_{пор} \cdot L.$$

Погонное сопротивление движению груженой ветви определяется по формуле

$$W^1{}_{гр} = (q + q_л + q_р')\omega' \cos\alpha \pm (q + q_л)\sin\alpha,$$

где ω' — коэффициент сопротивления движению;
α — угол наклона выработки;
$q_р'$ — погонный вес вращающихся роликов груженой ветви, кгс,

Знак «плюс» принимается при уклонном конвейере, а знак «минус» — при бремсберговом.

Погонное сопротивление движению порожней ветви определяется по формуле

$$W'_{пор} = (q_л + q_р'')\omega'\cos\alpha \mp q_л\sin\alpha,$$

где $q_р''$ — погонный вес вращающихся частей роликов порожней ветви, кгс.

Знак «минус» принимается при уклонном конвейере, а знак «плюс» — при бремсберговом.

На основании S_{max} определяют необходимое число прокладок.

$$i = \frac{S_{max} \cdot m}{B \cdot K_z},$$

где B — ширина ленты, см;

k_z — прочность на разрыв по основе прокладки шириной 1 см.

Для конвейрных лент ПВХ-120 запас прочности следует принимать [15]: при угле наклона конвейера до 10° — 8,5-кратный; при угле наклона конвейера свыше 10° — 9-кратный.

Распределение обследованных на шахтах Донбасса конвейерных лент на основе ПВХ производства Лисичанского завода резиновых технических изделий по видам повреждений в зависимости от срока эксплуатации приведено в табл. 7. Основными видами повреждений являются износ обкладок, расслоение бортов, повреждение каркаса (поперечные и продольные порывы, пробоины).

В первые месяцы эксплуатации наблюдается интенсивный износ обкладок вдоль всей ленты в местах взаимодействия ее с элементами загрузочного устройства. Обкладка в центральной части ленты в этот период имеет вырывы и царапины, которые возникают из-за активного возведения материала в процессе загрузки конвейера. В дальнейшем в центральной части ленты обкладка изнашивается до обнажения каркаса.

Через 10 месяцев эксплуатации износ обкладки на рабочей стороне до обнажения каркаса наблюдается у 31% обследованных лент, через 18 месяцев — у 62%. При сроке эксплуатации 32—42 месяца полный износ об-

Таблица 7. **Распределение обследованных конвейерных лент ПВХ производства Лисичанского завода РТИ по видам повреждений**

Срок эксплуатации ленты, мес.	Длина ленты в момент обследования, м	В том числе с повреждениями											
		поперечные порывы		продольные порывы		износ рабочей обкладки		пробоины		расслоение бортов			
										одного		обоих	
		м	%	м	%	м	%	м	%	м	%	м	%
2,0—10,0	4598	—	—	—	—	1420	31,0	160	3,5	960	20,8	—	—
10,1—18,0	8515	310	3,6	62	0,7	5250	62,0	1062	12,5	1300	15,3	3166	37,2
18,1—26,0	1288	200	15,5	350	27,2	940	73,0	693	53,8	415	32,3	723	56,1
26,1—34,0	7061	2070	29,3	830	11,9	640	91,0	2910	41,2	2015	28,5	3490	49,4
34,1—42,0	4104	1340	32,7	1610	39,3	4104	100,0	2727	66,6	1310	32,0	2324	56,7

Примечание. Повреждения лент, выраженные в проц., отнесены к длине ленты в момент обследования

кладок наблюдается почти у всех лент. Нерабочая сторона у конвейерных лент на основе ПВХ изнашивается менее интенсивно.

Расслоение бортов возникает, как правило, в результате контакта ленты со стойками роликоопор и рамами выносного и вытяжного барабанов. Сначала отрывается защитная бортовая ленточка, затем расслаиваются прокладки у борта ленты. При сроке эксплуатации до 18 месяцев расслоение бортов наблюдается у 52,2% лент, в том числе обоих бортов—у 37,2%, при сроке эксплуатации 34—42 месяца — у 89% лент, в том числе расслоение обоих бортов—у 57%. Максимальная глубина расслоения бортов у 78% обследованных лент на основе ПВХ не превышает 30 мм, в том числе у 49% — до 20 мм. Удельный вес конвейерных лент с глубиной расслоения бортов свыше 40 мм не превышает 2,5% (табл. 8).

Таблица 8. **Распределение конвейерных лент на основе ПВХ по глубине расслоения бортов**

Длина обследованных конвейерных лент с расслоенными бортами, пог. м	В том числе с глубиной расслоения, мм			
	до 20	20—30	31—40	более 40
10 985	5400	3233	2050	302

Удельный вес повреждения каркаса сравнительно небольшой и значительно меньше, чем у лент с каркасом из хлопчатобумажных тканей. Число пробоин, приходящихся на 100 пог. м ленты на основе ПВХ при сроке эксплуатации свыше 18 мес., не превышает пяти. У лент с хлопчатобумажным каркасом число пробоин на 100 пог. м ленты при сроке эксплуатации до 18 мес. составляет 45—80. Это свидетельствует о высокой сопротивляемости ударной нагрузке каркаса конвейерных лент ПВХ.

Поперечные и продольные порывы также встречаются сравнительно редко. Даже при сроке эксплуатации 34—42 месяца поперечные порывы наблюдаются у 32,7% конвейерных лент, продольные — у 39,3%.

В процессе эксплуатации конвейерных лент на ряде шахт были случаи скольжения транспортируемого материала. Как показали обследования конвейерных установ-

вок, скольжение материала по лентам на основе ПВХ производства Лисичанского завода резиновых технических изделий наблюдалось при углах наклона свыше 18°, что подтверждает результаты стендовых испытаний, проведенных в ДонУГИ (табл. 9). Скольжение материала по лентам производства ПНР наблюдается при углах наклона свыше 14°, что объясняется повышенной жесткостью обкладочного слоя этих лент.

Таблица 9. **Углы наклона установок, при которых наблюдалось скольжение материала по лентам ПВХ**

Шахта, комбинат	Место установки конвейера	Марка угля	Угол наклона выработки	Угол наклона участка конвейера, при котором наблюдалось скольжение материала	Страна-изготовитель ленты ПВХ
«Запорожская-Комсомольская», «Донбассантрацит»	Наклонный ствол	А	15—22°	19°22′	СССР
»	Галерея	А	9°—14°30′	14°30′	ПНР
«Штеровская», «Донбассантрацит»	Галерея	А	18°30′	18°30′	СССР
№ 32, «Донбассантрацит»	Диагональный угол	А	13—19°	18°30′	СССР
№ 53—54, «Донбассантрацит»	Галерея	А	18°30′	18°30′	СССР
Им. Крупской, «Первомайскуголь»	Пласт l_6	А	16—20°	19°	СССР
Им. XXI съезда КПСС, «Красноармейскуголь»	3-й северный уклон	К	9—19°	19°	СССР

На поверхностных комплексах шахт Донбасса, а также при транспортировке конвейерных лент наблюдалось разрушение обкладок под воздействием низких температур. В связи с этим в ДонУГИ были проведены испытания на морозостойкость лент на основе ПВХ отечественного и зарубежного производства. Оценивалась морозостойкость по температуре хрупкости материала обкладок. Испытания проводили по ГОСТ 7912-56. Они пока-

зали, что допустимый предел температуры окружающей среды должен быть: для лент производства Лисичанского завода резиновых технических изделий — 20°С, производства ПНР и ЧССР — 0°С.

Срок службы конвейерных лент на основе ПВХ на шахтах Донбасса, где они получили наибольшее распространение, составляет от 12 до 50 мес. Около 10% конвейерных лент имеют срок службы до 20 мес., 20% — до 20—30, 35% — 30—35 и 35% — 35—50 мес.

Графики эмпирического и теоретического распределения сроков службы лент на основе ПВХ приведены на рис. 20.

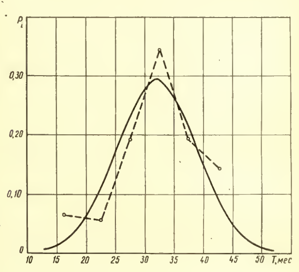


Рис. 20. График эмпирического (— — —) и теоретического (————) распределения сроков службы лент ПВХ:
P — частость; T — срок службы ленты

Как видно из графиков, срок службы лент распределяется по нормальному закону при следующих параметрах: математическое ожидание $T=32$ мес., среднее квадратическое отклонение $\sigma = \pm 6,64$ мес. Коэффициент точности $H=0,91$.

Средний срок службы конвейерных лент с каркасом из комбинированной ткани БКНЛ-65 (большая часть

этих лент находится в настоящее время в навеске на подземных конвейерах) составляет 18—19 мес.

Критерием целесообразности применения того или иного типа ленты при прочих равных условиях (негорючесть, разрывная прочность ленты на 1 см ширины, допустимый угол наклона установки и т. д.) является минимум затрат.

Стоимость 1 пог. м ленты определяют по формуле

$$P = a \cdot B \cdot i,$$

где a — оптовая цена 1 м² прокладки ленты, руб.;
i — число прокладок;
B — ширина ленты, м.

Тогда годовые амортизационные отчисления на 1 пог. м ленты составят

$$A = \frac{i \cdot B \cdot a}{T_{\text{ср}}},$$

где $T_{\text{ср}}$ — средний срок службы лент, лет.

Целесообразность применения ленты одного типа (индекс 1) по сравнению с лентой другого типа (индекс 2) на одном и том же конвейере определяется условием

$$\frac{a_1 \cdot i_1}{T_{\text{ср}_1}} < \frac{a_2 \cdot i_2}{T_{\text{ср}_2}}.$$

Применение конвейерных лент на основе ПВХ взамен резинотканевых БКНЛ-65 позволяет снизить годовые эксплуатационные расходы на 40—50%.

Глава VI. СТЫКОВКА ЛЕНТ

Стыкуют ленты двумя методами: горячим прессованием и металлическими соединительными элементами.

Горячее прессование обеспечивает высокую прочность стыка, увеличенный по сравнению с другими способами срок службы как самого стыка, так и подвижных частей конвейера (барабанов, роликоопор). Для стыковки этим способом непосредственно на рабочем месте с верхней ветви конвейера снимают несколько секций ро-

ликоопор. Вместо них на раму конвейера укладывают предварительно заготовленный щит прямоугольной формы на 200—300 мм больше ширины конвейера и на 1—1,5 м длиннее стыка. Подготавливают необходимые приспособления, инструмент и материалы. Концы лент зажимают стяжным приспособлением с таким расчетом, чтобы они были совмещены внахлестку на длину стыка. Натяжной барабан конвейера должен быть отведен в исходное положение, обеспечивая минимальную длину кольца ленты. При подготовке концов лент к стыковке обрезают ленту строго перпендикулярно кромке, затем от края ленты по кромке отмечают отрезок, равный 1/3 ширины ленты (рис. 21) и соединяют прямой линией

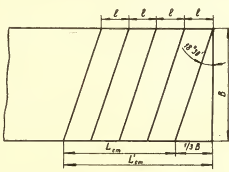


Рис. 21. Схема разметки концов лент при стыковке способом горячего прессования

отмеченную точку с началом противоположного борта, после чего ленту отрезают. Полученный угол среза должен быть 18°30′. Таким же образом обрезают второй конец ленты. При этом отрезок, равный 1/3 ширины ленты. отмечают на противоположном борту ленты.

Длину стыка $L_{ст}$ и длину его разделки $L'_{ст}$ (*см.* рис. 22) вычисляют по формуле

$$L_{ст} = l(i - 2) + 2\left(l + \frac{1}{3} l \right);$$

$$L'_{ст} = L_{ст} + \frac{1}{3} B,$$

где l — длина ступеньки, равная 200 мм.

Концы ленты разделывают с учетом направления ее движения (рис. 22). Недопустимым является обратный скос, так как небольшое расслоение первой ступени может вызвать разрыв ленты по месту стыка.

Отслаивают прокладки последовательно в соответствии с предварительно сделанными разметками. Для этой цели всю ширину ленты делят на участки шириной 4—5 см, осторожно делают продольные надрезы прокладок, а затем отрывают каждую полоску клещами или плоскогубцами.

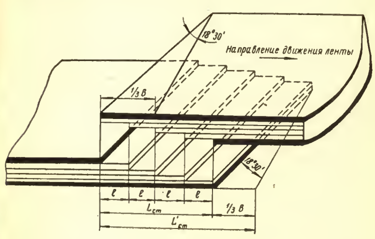


Рис. 22. Схема разделки концов лент при стыковке способом горячего прессования

Аналогично разделывают второй конец ленты. При этом необходимо, чтобы на поверхности тканевых прокладок не было загрязнений. Если они есть, то загрязненный участок следует обработать стальной щеткой.

Разделывая стык, нужно следить, чтобы на поверхность тканевых прокладок не попадала влага, иначе это может привести к образованию раковин и пузырей. При разделке следует пользоваться инструментами, разработанными ДонУГИ, серийный выпуск которых освоен Ворошиловградским заводом «Углеприбор».

Подготовив концы лент, их укладывают на нижнюю плиту пресса, проверяют строгую параллельность кро-

мок ленты относительно друг друга и совпадение отдельных ступенек стыка. В случае несовпадения или непараллельности устраняют эти недостатки.

После тщательной подготовки ступенек стыка на поверхность тканевых прокладок каждого конца ленты шпателем наносят каркасную поливинилхлоридную пасту. Избыток ее снимают с ткани с таким расчетом, чтобы на поверхности оставался поливинилхлоридный слой толщиной не более 1 мм. Затем с обеих сторон вдоль борта ленты на участке стыка наносят достаточно толстый слой обкладочной пасты для формирования бортов. Со стороны бортов на нижнюю плиту пресса укладывают ограничительные линейки толщиной на 15—20% меньше толщины ленты. Затем на ленту укладывают верхнюю плиту пресса. Концы лент зажимают между плитами пресса, после чего включают в электросеть нагревательные элементы. Температура плит пресса должна быть 140—150°С. Время прессования — 25—30 мин. Охлаждать плиты пресса следует до температуры 50—70°С. После чего снимают давление.

Из механических способов стыковки наибольшее распространение на шахтах Донбасса получил способ соединения П-образными скобами. Он имеет преимущества по сравнению с другими механическими способами: более высокую прочность и более длительный срок службы.

При соединении конвейерных лент заклепками и шарнирами прочность стыка не превышает 45% прочности целой ленты, крючкообразными скобами — 50%, в то время как прочность стыкового соединения, выполненного с помощью П-образных скоб, составляет около 75% прочности целой ленты, а горячим прессованием до 90—100% от прочности ленты. В связи с большой потерей прочности и малым сроком службы стыка ленты заклепками внахлестку и шарнирами в настоящее время не соединяют [15].

Конструкция стыка, выполненного с помощью П-образных скоб, представлена на рис. 23. Концы соединяемых лент обрезают под углом 90° и разделывают так, как показано на рис. 24. Скрепляют стыки скобами с помощью приспособления (рис. 25), состоящего из плиты, траверсы и распределителя скоб. Под разделанные кон-

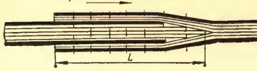


Рис. 23. Конструкция стыка, выполненного с помощью П-образных скоб

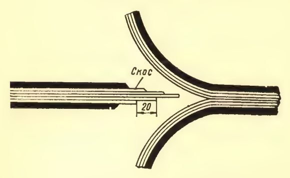


Рис. 24. Разделка концов конвейерных лент для стыковки с помощью П-образных скоб

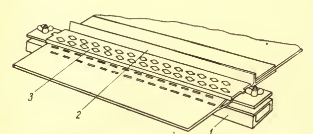


Рис. 25. Приспособление для стыковки конвейерных лент с помощью П-образных скоб:
1 — нижняя плита; 2 — верхняя траверса; 3 — распределитель скоб

цы стыкуемых отрезков ленты на раму конвейера устанавливают нижнюю плиту, а сверху ленты — траверсу. Участок стыка между траверсой и нижней плитой зажимают. В траверсу вставляют распределитель, пазы кото-

рого заполняют скобами, а затем бойком забивают скобы. Концы их, пройдя сквозь ленту, загинаются на нижней плите. После пробивки необходимого числа рядов скоб последние окончательно загинаются.

Скобы забивают в шахматном порядке. Расстояние в ряду и между рядами скоб — 20 мм. Изготавливают скобы серийно из проволоки диаметром 2 мм с временным сопротивлением разрыву 85—100 кгс/мм².

В зависимости от прочности ленты устанавливают определенную длину стыка и число рядов П-образных скоб (табл. 10). Продолжительность стыковки скобами 1—2 ч, а горячим прессованием — 8—10 ч.

Таблица 10. **Параметры стыков, выполненных с помощью П-образных скоб**

Число прокладок ленты ПВХ-120	Длина стыка, мм	Число рядов
4	320	15
5	380	18
6	460	22

В связи с небольшой продолжительностью стыковки, малой трудоемкостью и сравнительно высокой прочностью стыка, конвейерные ленты на основе ПВХ в настоящее время на шахтах Министерства угольной промышленности СССР соединяются, как правило, П-образными скобами.

* * *

Внедрение огнестойких конвейерных лент на основе ПВХ в угольной промышленности повысило пожаровзрывобезопасность подземных конвейерных установок. Одновременно с этим при разработке лент предусматривалось повышение износостойкости обкладочного слоя, морозостойкости, усталостной выносливости и других характеристик путем применения в конструкции лент соответствующего сырья и материалов. Успешное выполнение этих задач было достигнуто благодаря творческому труду коллективов ряда промышленных предприятий и научно-исследовательских организаций, в том числе Лисичанского завода резиновых технических изделий,

Дзержинского НИИ хлорорганических продуктов и акрилатов, Волгоградского химзавода им. Кирова, ДонУГИ, МакНИИ, Новосибирского филиала НПО «Пластполимер», Кусковского химзавода, Лисичанской фабрики технических тканей и др.

Дальнейшее совершенствование конвейерных лент на основе ПВХ должно быть направлено по пути обеспечения высокой технологичности процесса их производства, улучшения физико-механических свойств, увеличения срока службы, расширения области применения, уменьшения материалоемкости и снижения себестоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоренко Н. П., Лившиц Ю. Т. Универсальный пластик. М., «Наука», 1966.
2. Николаев А. Ф. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М., «Химия», 1964.
3. Получение и свойства поливинилхлорида. Под ред. Е. Н. Зильбермана. М., «Химия», 1968.
4. Хувинк Р., Ставерман А. Химия и технология полимеров. М., «Химия», 1965.
5. Тиниус К. Пластификаторы. М., «Химия», 1964.
6. Кошелев Ф. Ф., Корнев А. Е., Климов Н. С. Общая технология резины. М., «Химия», 1968.
7. Справочник по пластическим массам. Том II. Под ред. М. И. Гарбара, В. М. Катаева, М. С. Акутина. М., «Химия», 1969.
8. Справочник резинщика. М., «Химия», 1971.
9. Лепетов В. А. Расчеты и конструирование резиновых технических изделий и форм. М., «Химия», 1972.
10. Фрикционный износ резин. Под ред. В. Ф. Евстратова. М., «Химия», 1964.
11. Кузнецов Б. А., Рейгевич А. А., Шорин В. Г. Транспорт на горных предприятиях. М., «Недра», 1969.
12. Поляков Н. С., Штокман И. Г. Основы теории и расчета рудничных транспортных установок. М., Госгортехиздат, 1962.
13. Инструкция по выбору, монтажу и эксплуатации конвейерных лент. М., «Химия», 1971.
14. Штокман И. Г., Эппель Л. И., Филиппов А. М. Эксплуатация подземных конвейеров. М., Госгортехиздат, 1963.
15. Правила эксплуатации подземных ленточных конвейеров на угольных и сланцевых шахтах. М., «Недра», 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Растигайлов Игорь Николаевич
Смирнов Борис Александрович
Скворцов Анатолий Михайлович

КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛЕНТЫ ДЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Зав. редакцией производственно-технической литературы Л. И. Попович. Редактор Ю. А. Лебедь. Художественный редактор Ю. П. Карачев. Технический редактор А. А. Тимошевская. Корректор В. С. Рыжова.

БП 07017. Сдано в набор 11. XII. 1974 г. Подписано к печати 14. II. 1975 г. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 3,99. Уч-изд. л. 4,05. Тираж 2000 экз. Заказ № 393. Цена 26 коп.

Издательство «Донбас», г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 32.
Типография издательства «Радянська Донеччина», г. Донецк, ул. газеты «Социалистический Донбасс», 26.

Цена 26 коп.

